高 等 学 校 教 材

材料力学思维训练题集

李志君 许留旺 编



中 国 铁 道 出 版 社

2000年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

材料力学课程是工科土木、机械类专业重要的技术基础课，也是其他相关专业的重要课程。为使学生掌握这门课程的基础知识、基本理论和方法，在总结多年材料力学课程教学实践的基础上，编写了本书。本书的内容包括：绪论、轴向拉伸和压缩、扭转、构件连接的实用计算、弯曲内力、弯曲应力、梁的位移及简单超静定梁、应力状态分析、强度理论、组合变形、压杆稳定、能量方法、动应力、交变应力、截面的几何性质等。为便于学习，书末附有习题答案。

本书除可供相关专业的学生学习材料力学之用外，也可作为报考研究生人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

材料力学思维训练题集/李志君，许留旺编.—北京：中国铁道出版社，2000.5
ISBN 7-113-03171-4

Ⅰ.材… Ⅱ.①李…②许… Ⅲ.材料力学-高等学校-习题 Ⅳ.TB301-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 17850 号

书　　名：材料力学思维训练题集
作　　者：李志君　许留旺
出版发行：中国铁道出版社(100054，北京市宣武区右安门西街 8 号)
责任编辑：程东海
封面设计：李艳阳
印　　刷：中国铁道出版社印刷厂
开　　本：787×1092　1/16　印张：12.75　字数：316 千
版　　本：2000 年 7 月第 1 版　　2000 年 7 月第 1 次印刷
印　　数：1～5000 册
书　　号：ISBN 7-113-03171-4/O·75
定　　价：16.50 元

前　言

科学技术和社会经济的发展对高等学校人才的培养，提出了高素质和创造性的要求。为此，我国的高等教育与世界上发达国家的高等教育一样，正进行着极其深刻的变化与改革，尤其以教学改革成为改革的核心。在教学改革逐渐深化的过程中，教师越来越深刻地意识到，随着教学内容的优化和更新，教学时数的减少，按照传统的教学方法和学习方法，是不可能达到新的培养目标的。

材料力学课程是工科土木、机械类专业重要的技术基础课，也是其他相关专业的重要课程，这就面临着如何用更少的时间，使学生掌握这门课程的基础知识、基本理论和方法，达到应有的质量；以及通过该门课程的训练，能够使学生进一步提高逻辑思维的能力，分析和解决问题的能力。遵循着上述改革思路，在近几年的材料力学课程教学实践中，在学时不断减少的情况下，在不断丰富、增删和提炼的基础上，我们编写了供学生使用的材料力学思维训练题。

作为一本对学生进行材料力学思维训练的题集，突破了传统的思考题或基本训练题的范畴。传统的思考题或基本训练题主要是在材料力学的基本概念上进行设题，从而加深学生对基本概念的正确理解。但是，材料力学课程更加强调概念的正确运用以及工程运算的能力，这也就是该门课程长期以来要求学生进行大量计算题和证明题演练的目的。只有严谨认真地做习题，学生才可能掌握该门课程，真正达到基础厚实、运用灵活，这在后续课程的学习以及今后工程应用中都将获益匪浅。因此，足够的、有一定难度的计算题和证明题的练习是必不可少的，但这又与学习时间的减少形成了尖锐的矛盾。在长期的教学实践中，我们发现，一个计算题或证明题，往往有一个或几个难点，解决了这些难点，此题也就迎刃而解。因此，把这些难点抽出来，形成单独的思维训练题，供学生思索、分析之用，既可提高学生分析问题、解决问题的能力，又可极大地缩短解题的时间。从大量的计算题、证明题中，分析、归纳出足够数量的思维训练题，形成了这本题集的主体部分。

该思维训练题集涵盖了材料力学课程的基本内容、基本理论和方法，在近几年的教学中，深受广大教师和同学的欢迎，对稳定和提高材料力学课程的教学质量，起到了显著的作用。

通过使用本书进行考研复习，将有效地掌握材料力学课程的基本概念、理论和方法，掌握问题的难点和重点，以及在一定程度上熟悉解题的思路和技巧，从而使你获得成功。

本书提供给广大教师、同学和其他读者，希望能对你们的教学和学习有所帮助。同时，限于编者水平，疏漏和遗误在所难免，恳请批评指正。

编　者

二〇〇〇年二月

第一章 绪 论

1—1 材料力学中对构件的受力和变形等问题可用连续函数来描述；通过试件所测得的材料的力学性能，可用于构件内部的任何部位。这是因为对可变形固体采用了(　　)假设。

(A) 连续均匀　(B) 各向同性　(C) 小变形　(D) 平面

1—2 下列材料中，不属于各向同性材料的有(　　)。

(A) 钢材　(B) 塑料　(C) 浇注很好的混凝土　(D) 木材

1—3 材料相同、横截面积相等的两根轴向拉伸的等直杆，一根杆伸长量为10mm，另一根杆伸长量为0.1mm。前者为大变形，后者为小变形。该结论是否正确？为什么？

1—4 研究构件或其一部分的平衡问题时，采用构件变形前的原始尺寸进行计算，这是因为采用了(　　)。

(A) 平面假设　(B) 连续均匀假设　(C) 小变形假设　(D) 各向同性假设

第二章　轴向拉伸和压缩

§2-1　内力、轴力和轴力图

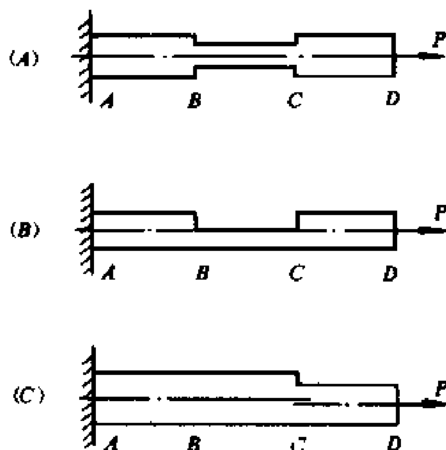
2—1　材料力学中的内力是指(　　　)。

(A) 构件内部的力　　(B) 构件内部各质点间固有的相互作用力

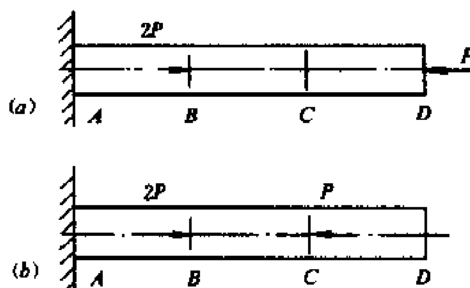
(C) 构件内部一部分与另一部分之间的相互作用力

(D) 因外力作用，而引起构件内部一部分对另一部分作用力的改变量

2—2　图示各杆 BC 段为轴向拉伸(压缩)的是(　　　)。



题 2—2 图



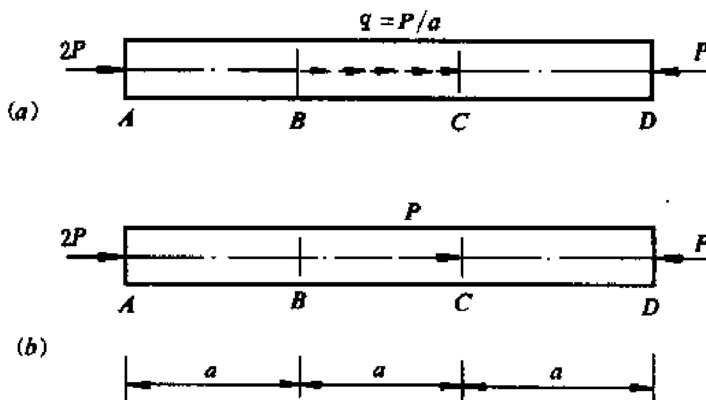
题 2—3 图

2—3　若将图(a)中的 P 力由 D 截面移到 C 截面(图 b)，则有(　　　)。

(A) 整个杆的轴力都不变化　(B) AB 段的轴力不变，BC 段、CD 段的轴力变为零

(C) AB、BC 段轴力不变，CD 段轴力变为零　　(D) A 端的约束反力发生变化

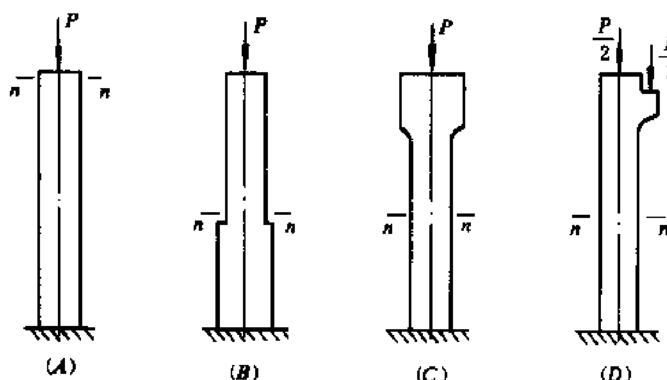
2—4　若将图(a)中 BC 段内均匀分布的外力用其合力代替，并作用于 C 截面处，如图(b)所示，则轴力发生改变的为(　　　)。



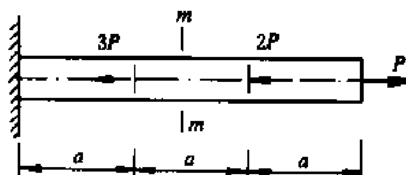
题 2—4 图

(A) AB 段　(B) BC 段　(C) CD 段　(D) 三段均发生改变

2—5　在下列各杆中，$n-n$ 横截面面积均为 A。$n-n$ 横截面上各点正应力均匀分布，且为 $\sigma=\frac{P}{A}$ 的是(　　)。



题 2—5 图

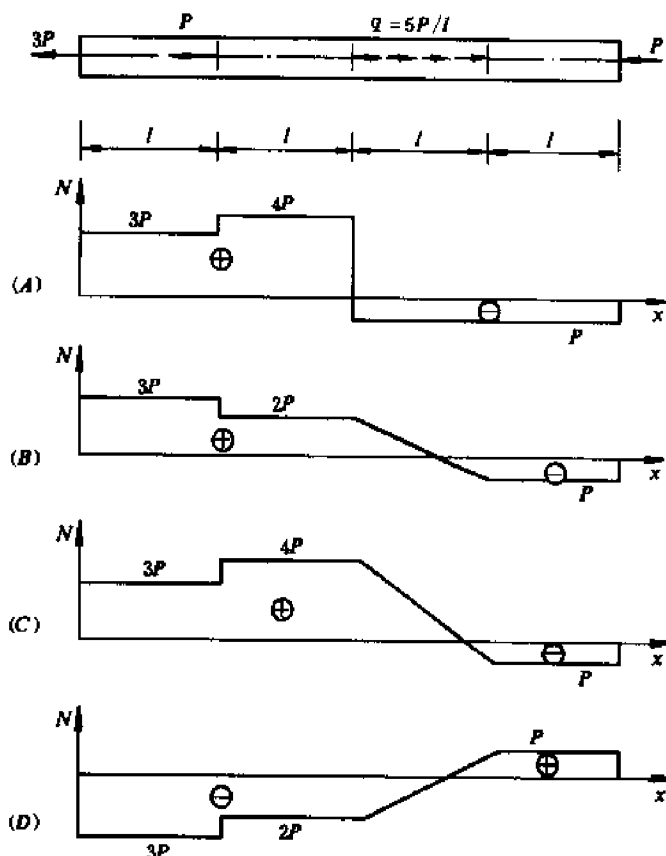


题 2—6 图

2—6　受轴向外力作用的等直杆如图所示，其 $m-m$ 横截面上的轴力为(　　)。

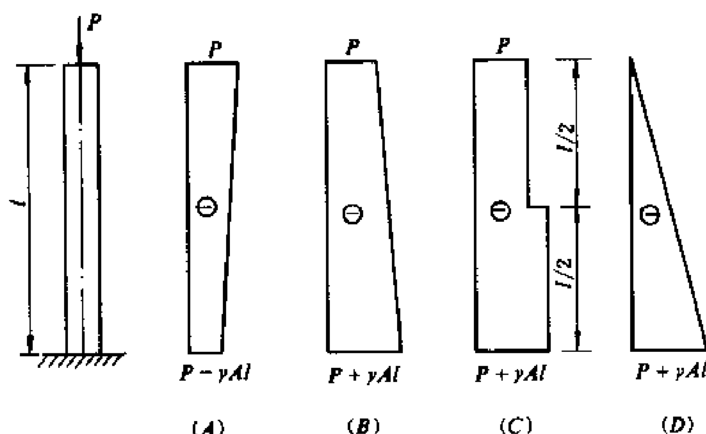
(A) P　(B) $-P$　(C) $2P$　(D) $3P$

2—7　等直杆受力如图所示，其轴力图应是(　　)。



题 2—7 图

2—8　横截面面积为 A，长度为 l，材料比重为 γ 的立柱受力如图所示。若考虑材料的自重，则立柱的轴力图是(　　)。

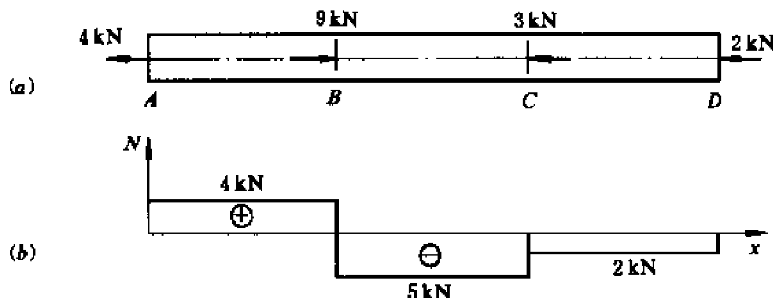


题 2—8 图

2—9 杆的受力图及轴力图分别如图(a)、(b)所示,正确的轴力表达式是(　　)。

(A) $N_B = 9\text{kN}$ 　　(B) $N_B = 4\text{kN}$

(C) $N_B = -5\text{kN}$ 　　(D) $N_{B左} = 4\text{kN}, N_{B右} = -5\text{kN}$



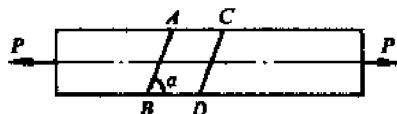
题 2—9 图

§2-2 拉(压)杆的应力

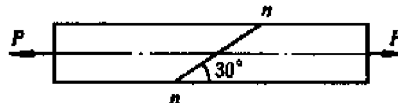
2—10 受轴向拉伸的平板如图所示。设受力前在板的表面画上互相平行的 AB 线段与 CD 线段,且两线与轴线夹角为 $\alpha(\alpha<90^\circ)$,则受力变形后有(　　)。

(A) $AB /\!/ CD$,α 角减小 　　(B) $AB /\!/ CD$,α 角不变

(C) $AB /\!/ CD$,α 角增大 　　(D) AB 不再平行 CD



题 2—10 图



题 2—11 图

2—11 等直杆两端受轴向载荷作用,其横截面面积为 A,则 $n-n$ 斜截面上的正应力和剪应力为(　　)。

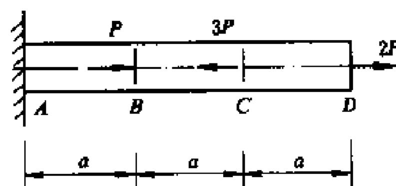
(A) $\sigma = \dfrac{P}{A}\cos^2 30^\circ, \tau = \dfrac{P}{2A}\sin 60^\circ$ 　　(B) $\sigma = \dfrac{P}{A}\cos^2(-30^\circ), \tau = \dfrac{P}{2A}\sin(-60^\circ)$

(C) $\sigma=\frac{P}{A}\cos^2 60°,\tau=\frac{P}{2A}\sin 120°$　　(D) $\sigma=\frac{P}{A}\cos^2(-60°),\tau=\frac{P}{2A}\sin(-120°)$

§2-3　拉(压)杆的变形和位移

2—12　图示等直杆各段的抗拉(压)刚度相同,则变形量最大的为(　　)。

(A) AB 段　(B) BC 段　(C) CD 段　(D) 三段变形量相等



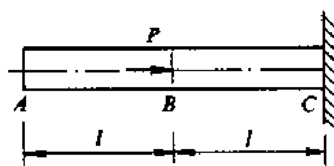
题 2—12 图

2—13　图示杆件的横截面面积为 A,弹性模量为 E,则 AB、BC 段的变形分别为 $\Delta l_{AB}=$ ＿＿＿＿, $\Delta l_{BC}=$ ＿＿＿＿。A、B 截面的位移分别为 $\delta_A=$ ＿＿＿＿, $\delta_B=$ ＿＿＿＿。

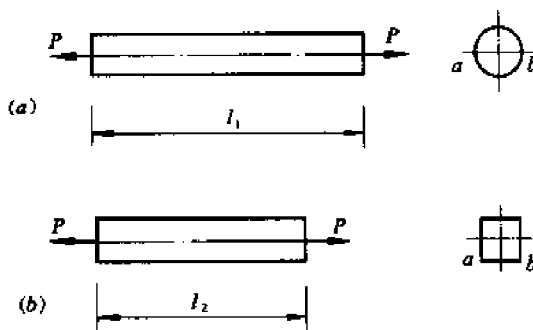
2—14　图 a、b 所示两杆的材料、横截面面积和受力分别相同,长度 $l_1>l_2$。下列各量中相同的有(　　),不相同的有(　　)。

(A) 正应力　(B) 纵向变形　(C) 纵向线应变

(D) 横向线应变　(E) 横截面上 ab 线段的横向变形



题 2—13 图



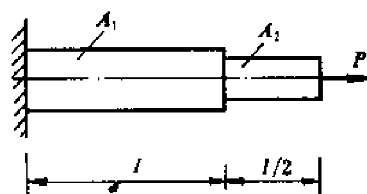
题 2—14 图

2—15　阶梯形杆的横截面面积分别为 $A_1=2A$, $A_2=A$,材料的弹性模量为 E。杆件受轴向拉力 P 作用时,最大的伸长线应变是(　　)。

(A) $\varepsilon=\frac{Pl}{EA_1}+\frac{Pl}{2EA_2}=\frac{Pl}{EA}$

(B) $\varepsilon=\frac{P}{EA_1}+\frac{P}{EA_2}=\frac{3P}{2EA}$

(C) $\varepsilon=\frac{P}{EA_1}=\frac{P}{2EA}$　　(D) $\varepsilon=\frac{P}{EA_2}=\frac{P}{EA}$



题 2—15 图

2—16　变截面钢杆受力如图所示。已知 $P_1=20\text{kN}$, $P_2=40\text{kN}$, $l_1=300\text{mm}$, $l_2=500\text{mm}$,横截面面积 $A_1=100\text{mm}^2$, $A_2=200\text{mm}^2$,弹性模量 $E=200\text{GPa}$。

(1) 杆件的总变形量是(　　)。

(A) $\Delta l=\frac{P_1 l_1}{EA_1}+\frac{P_2 l_2}{EA_2}=\frac{20\times10^3\times300}{200\times10^3\times100}+\frac{40\times10^3\times500}{200\times10^3\times200}=0.8\text{mm}$(伸长)

(B) $\Delta l=\frac{P_1 l_1}{EA_1}-\frac{P_2 l_2}{EA_2}=\frac{20\times10^3\times300}{200\times10^3\times100}-\frac{40\times10^3\times500}{200\times10^3\times200}=-0.2\text{mm}$(缩短)

(C) $\Delta l=\frac{P_1 l_1}{EA_1}-\frac{(P_2-P_1)l_2}{EA_2}=\frac{20\times10^3\times300}{200\times10^3\times100}-\frac{20\times10^3\times500}{200\times10^3\times200}=0.05\text{mm}$(伸长)

(D) $\Delta l=\frac{P_1 l_1}{EA_1}+\frac{(P_2-P_1)l_2}{EA_2}=\frac{20\times10^3\times300}{200\times10^3\times100}+\frac{20\times10^3\times500}{200\times10^3\times200}=0.55\text{mm}$(伸长)

(2) 由上面解题过程知 AB 段的缩短变形 $\Delta l_2=-0.25\text{mm}$, BC 段的伸长变形 $\Delta l_1=0.3\text{mm}$,则 C 截面相对 B 截面的位移是(　　)。

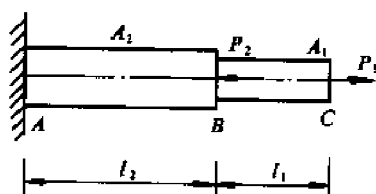
(A) $\delta_{BC}=\Delta l_1+|\Delta l_2|=0.55\text{mm}$　　(B) $\delta_{BC}=\Delta l_1=0.3\text{mm}(\leftarrow\rightarrow)$

(C) $\delta_{BC}=\Delta l_1+\Delta l_2=0.05\text{mm}$　　(D) $\delta_{BC}=0$

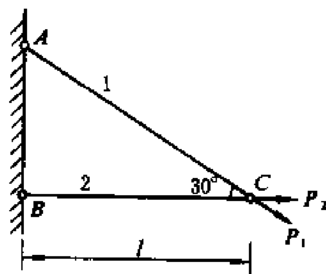
(3) C 截面的位移是(　　)。

(A) $\delta_C=\Delta l_1=0.3\text{mm}$　　(B) $\delta_C=\Delta l_1-\Delta l_2=0.55\text{mm}(\rightarrow)$

(C) $\delta_C=\Delta l_1+\Delta l_2=0.05\text{mm}(\rightarrow)$　　(D) $\delta_C=0$



题 2—16 图

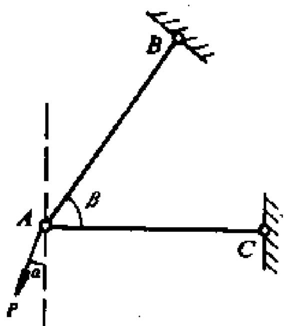


题 2—17 图

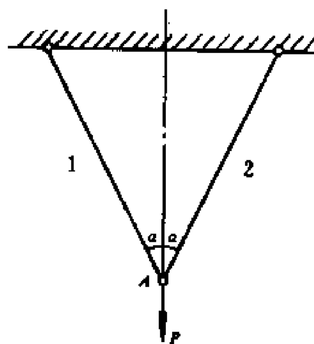
2—17　1、2 两杆材料的弹性模量为 E,横截面面积为 A,受力如图所示。若使节点 C 没有竖直方向的位移,则集中力 P_1 和 P_2 应满足的条件是(　　)。

(A) $P_1=0$　　(B) $P_1=P_2$　　(C) $P_1=0.75P_2$　　(D) $P_1=\frac{\sqrt{3}}{2}P_2$

2—18　图示结构中,AB、AC 两杆的长度均为 l,抗拉(压)刚度均为 EA,AC 杆位于水平位置。若在力 P 作用下,节点 A 不产生水平位移,则 $\alpha=$______。在此情况下,设 $\beta=60°$,则节点 A 的铅垂位移 $\delta_A=$______。



题 2—18 图



题 2—19 图

2—19　图示结构中,杆 1 的材料是钢,$E_1=206\text{GPa}$;杆 2 的材料是铝,$E_2=70\text{GPa}$。已知两杆的横截面面积相等,则在 P 力作用下,节点 A(　　)。

(A) 向左下方移动　　(B) 向右下方移动

(C) 沿铅垂方向向下移动　　(D) 水平向右移动

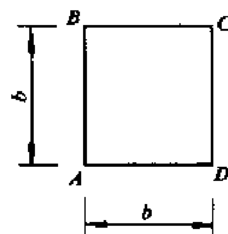
2—20　等直圆管受轴向拉伸,变形在弹性范围内。

(1) 外径和内径的变化为(　　　)。

(A) 外径和内径都增大　　(B) 外径增大，内径减小

(C) 外径减小，内径增大　　(D) 外径和内径都减小

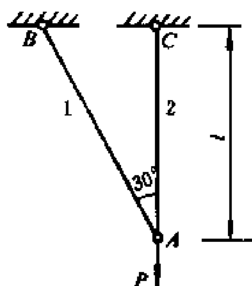
(2) 此时，圆管的壁厚________。



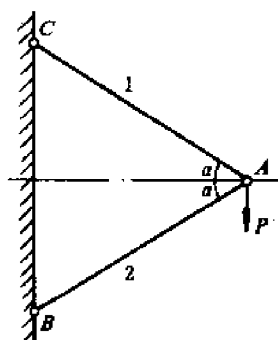
题 2—21 图

2—21　正方形等截面直杆受轴向拉伸时，其横截面边长 AB 和对角线 AC 的横向变形的关系是 $\Delta l_{AB}/\Delta l_{AC}=$________，横向线应变的关系是 $\varepsilon_{AB}/\varepsilon_{AC}=$________。

2—22　图示桁架，1、2 两杆的 EA 相同，节点 A 的竖向位移 $\delta_{Ay}=$________，水平位移 $\delta_{Ax}=$________。



题 2—22 图



题 2—23 图

2—23　图示桁架中，1、2 两杆的长度为 l，横截面面积为 A，弹性模量为 E。在铅垂力 P 作用下，节点 A 是(　　　)。

(A) 向右下位移　　(B) 竖直向下位移

(C) 向左下位移　　(D) 水平向左位移

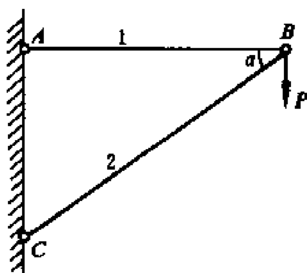
2—24　在 2—23 题中，设 1 杆的弹性模量为 E_1，2 杆的弹性模量为 E_2，且 $E_1>E_2$，其他条件不变，则点 A 的位移为(　　　)。

(A) 向左下方　　(B) 向右下方　　(C) 竖直向下　　(D) 水平向左

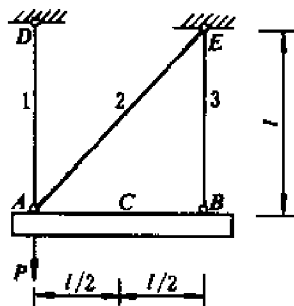
2—25　三角托架受力如图所示，设 1、2 两杆的变形分别是 Δl_1(伸长)和 Δl_2(缩短)，则节点 B 的水平位移 δ_x 和铅垂位移 δ_y 分别为(　　　)。

(A) $\delta_x=\Delta l_1,\delta_y=\Delta l_2\sin\alpha$　　(B) $\delta_x=\Delta l_1,\delta_y=\Delta l_2/\sin\alpha$

(C) $\delta_x=\Delta l_1,\delta_y=\Delta l_1\cot\alpha+\Delta l_2/\sin\alpha$　　(D) $\delta_x=0,\delta_y=\Delta l_1\cot\alpha+\Delta l_2/\cos\alpha$



题 2—25 图



题 2—26 图

2—26　图示结构在受力前，AB 为水平放置的刚性杆，1、2、3 杆的 EA 相同。

(1)画出受力后的变形图。

(2)节点 A、B 和 C 点的水平位移、竖直位移分别为：

$\delta_{Ax}=$________，$\delta_{Ay}=$________，$\delta_{Bx}=$________，$\delta_{By}=$________，

$\delta_{Cx}=$________，$\delta_{Cy}=$________。

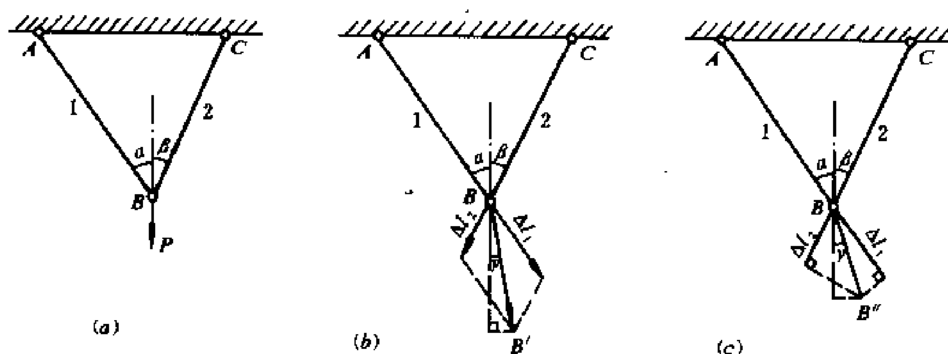
2—27 图(a)所示两杆桁架在载荷 P 作用时，两杆的伸长量分别为 Δl_1 和 Δl_2，并设 $\Delta l_1>\Delta l_2$，则 B 节点的铅垂位移是(　　)。

(A) $\delta_y=\Delta l_1\cos\alpha+\Delta l_2\cos\beta$

(B) 用平行四边形法则求得 BB'后，$\delta_y=BB'\cos\gamma$(图 b)

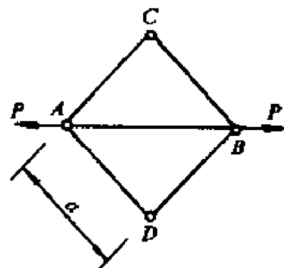
(C) 如图(c)所示，作出对应垂线的交点 B''后，$\delta_y=BB''\cos\gamma$

(D) $\delta_y=\dfrac{\Delta l_1}{\cos\alpha}+\dfrac{\Delta l_2}{\cos\beta}$



题 2—27 图

2—28 五根抗拉刚度 EA 相同的直杆，铰接成边长为 a 的正方形结构，受力如图所示。A、B 两点的相对位移为 $\delta_{AB}=$________。



题 2—28 图

2—29 图示正方形结构中，AB、BC、CD 和 DA 四根杆均为刚性杆；BD 杆为弹性杆，其抗压刚度为 EA。由节点 C、B 的平衡条件已求出 $N_{BC}=P$(拉)，$N_{BD}=\sqrt{2}P$(压)，$N_{AB}=P$(拉)。

(1) 试画出结构的变形图。

(2) 节点 B 的位移 δ_B 为(　　)。

(A) $\delta_B=\dfrac{\Delta l_{BD}}{\cos45^\circ}=\dfrac{2\sqrt{2}Pa}{EA}$　(↓)

(B) $\delta_B=\Delta l_{BD}\cos45^\circ=\dfrac{\sqrt{2}Pa}{EA}$　(↓)

(C) $\delta_B=\Delta l_{BD}/\tan45^\circ=\dfrac{2Pa}{EA}$　(↓)　　(D) $\delta_B=\Delta l_{BD}\times2=\dfrac{4Pa}{EA}$　(↓)

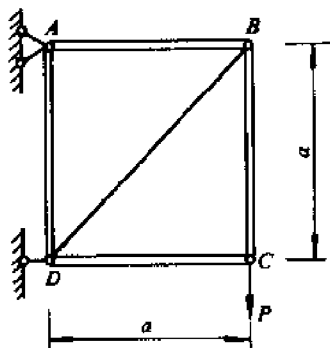
2—30 图示结构中，AB 杆为水平刚性杆；CD 杆为弹性杆，其伸长量为 Δl。

(1) 试画出结构的变形图。

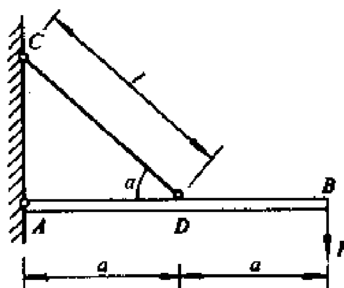
(2) B 点的位移 δ_B 为(　　)

(A) $\delta_B=2\Delta l/\cos\alpha$　(↓)　　(B) $\delta_B=2\Delta l/\sin\alpha$　(↓)

(C) $\delta_B=2\Delta l\sin\alpha$　(↓)　　(D) $\delta_B=2\Delta l\cos\alpha$　(↓)



题 2—29 图

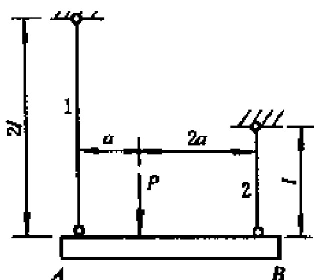


题 2—30 图

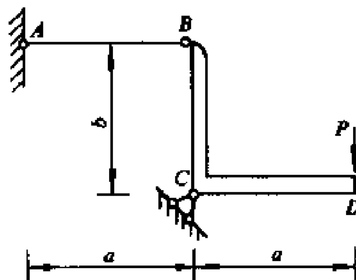
2—31 图示结构中，AB 为刚性梁，1、2 两杆的材料相同，长度如图所示，横截面面积分别为 A_1 和 A_2。若在载荷 P 作用下，使 AB 横梁平行下移，则两杆横截面面积为(　　)。

(A) $2A_1 = A_2$　　(B) $A_1 = 2A_2$

(C) $A_1 = 4A_2$　　(D) $3A_1 = A_2$



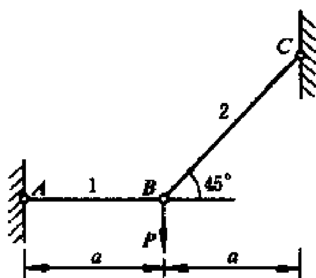
题 2—31 图



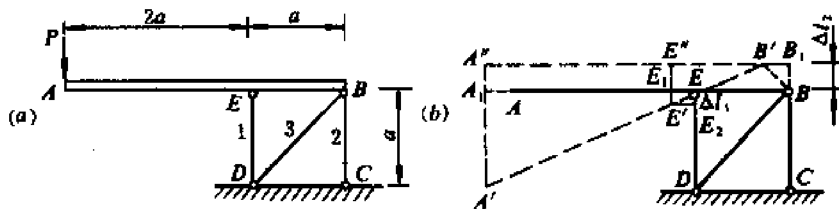
题 2—32 图

2—32 图示结构中，BCD 为刚性杆，AB 杆的抗拉刚度为 EA。未受力时 CD 杆是水平的，在 P 力作用下 D 点的铅垂位移 δ_D = ________。

2—33 图示结构中，杆 AB、BC 的抗拉刚度均为 EA，其伸长量分别为 Δl_1 和 Δl_2。(1) 画出结构的变形图；(2) 节点 B 的水平位移 δ_{Bx} = ________，铅垂位移 δ_{By} = ________。



题 2—33 图



题 2—34 图

2—34 图(a)所示结构中，AB 为水平放置的刚性杆，1、2、3 杆的抗拉(压)刚度均为 EA，已求出三杆的变形分别为 Δl_1(缩短)、Δl_2(伸长)、$\Delta l_3 = 0$。变形图如图(b)所示，A、E、B 三点分别移到 A'、E'、B'，图中，$BB_1 = \Delta l_2$，$EE_2 = \Delta l_1$。试检查变形图是否正确？A 点的水平位移和铅垂位移分别为 δ_{Ax} = ________，δ_{Ay} = ________。

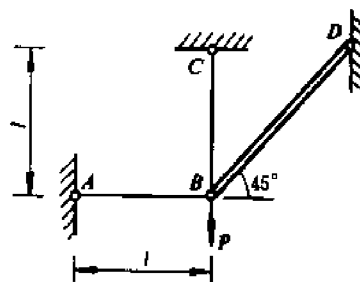
2—35　图示结构中，BD 杆为刚性杆，AB、BC 杆的抗拉(压)刚度均为 EA，则节点 B 的位移方向为(　　)。

(A) 竖直向下

(B) 向右下方，且和竖直方向的夹角为 45°

(C) 水平向右

(D) 向左下方，且和竖直方向的夹角为 45°

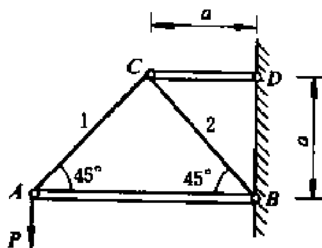


题 2—35 图

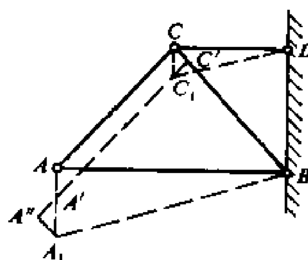
2—36　在图(a)所示结构中，AB 和 CD 杆均为刚性杆，AC 和 BC 杆的抗拉(压)刚度为 EA。Δl_1、Δl_2 分别表示 1 杆的伸长和 2 杆的缩短量。

(1) 检查图(b)所示变形图是否正确？图中，$CC'=\Delta l_2$，$A'A''=\Delta l_1$，A_1、C_1 分别为 A、C 变形后位置。

(2) 节点 A 的水平位移 $\delta_{Ax}=$________，铅垂位移 $\delta_{Ay}=$________。



(a)



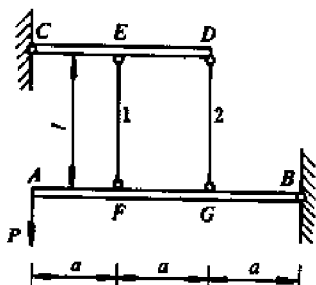
(b)

题 2—36 图

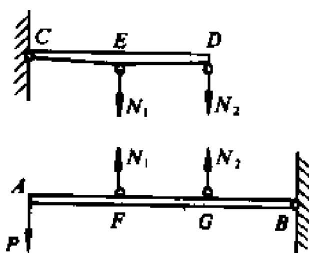
2—37　图(a)所示结构中，AB、CD 杆为刚性杆，1、2 两杆的长度 l 及抗拉(压)刚度 EA 分别相同。以 CD 杆和 AB 杆为研究对象(图 b)，分别建立平衡方程 $\Sigma M_C=0$ 和 $\Sigma M_B=0$，求得两杆的轴力为 $N_1=2P$(拉力)，$N_2=-P$(压力)。变形图如图(c)所示。

(1) F、E 两点的竖直位移 δ_F、δ_E 和 1 杆的伸长量 Δl_1 的关系为 $\delta_F=$________，$\delta_E=$________，G、D 两点的竖直位移 δ_G、δ_D 和 2 杆的缩短量 Δl_2 的关系为 $\delta_G=$________，$\delta_D=$________。

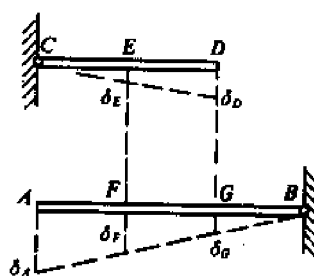
(2) A 截面的位移 $\delta_A=$________。



(a)



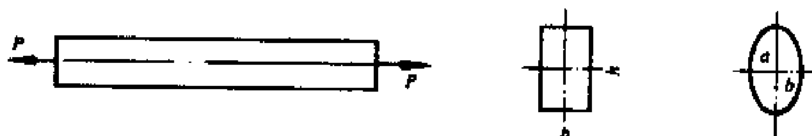
(b)



(c)

题 2—37 图

2—38　轴向受拉的等截面直杆，其横截面分别为 $b\times h\,(h>b)$ 的矩形和长、短半轴分别为 a 和 b 的椭圆形，如图所示。试问拉杆受力变形后，矩形截面的长边和短边的比值为________，椭圆形截面的形状变为________。



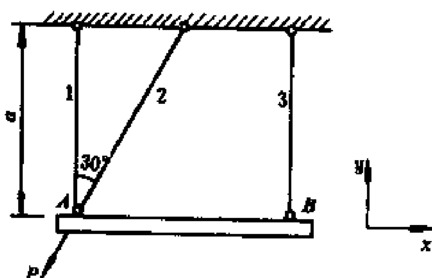
题 2—38 图

2—39 图示结构中，AB 杆为刚性杆；1、2、3 杆为弹性杆，其横截面积均为 A，弹性模量均为 E。

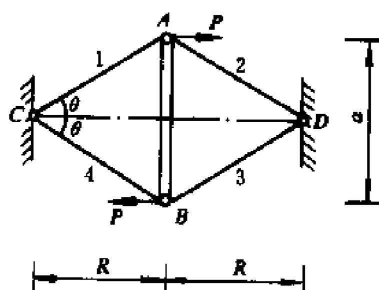
(1) 三弹性杆的轴力分别为 $N_1=$______，$N_2=$______，$N_3=$______。

(2) 画出结构的变形图。

(3) A、B 两节点的水平和竖直位移分别为 $\delta_{Ax}=$______，$\delta_{Ay}=$______，$\delta_{Bx}=$______，$\delta_{By}=$______。



题 2—39 图



题 2—40 图

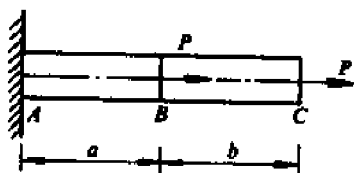
2—40 图示结构中，AB 为刚性杆，1、2、3、4 四根杆的抗拉刚度均为 EA。四根杆的轴力分别为 $N_1=$______，$N_2=$______，$N_3=$______，$N_4=$______。A、B 点的位移分别为 $\delta_A=$______，$\delta_B=$______。

§2-4 拉(压)杆的应变能

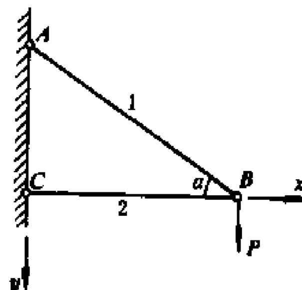
2—41 图示轴向受拉直杆的抗拉刚度为 EA，其应变能 U 为(　　)。

(A) $\frac{Pb^2}{2EA}+\frac{Pa^2}{2EA}$　　(B) $\frac{P^2(a+b)}{2EA}+\frac{P^2a}{2EA}$

(C) $\frac{P^2b}{2EA}+\frac{(2P)^2a}{2EA}$　　(D) $\frac{P^2a}{2EA}+\frac{(2P)^2b}{2EA}$



题 2—41 图



题 2—42 图

2—42 图示三角架中，设 1、2 杆的应变能分别为 U_1 和 U_2。下列求节点 B 铅垂位移的

方程中,正确的为(　　　)。

(A) $\frac{1}{2}P\delta_{By}=U_1+U_2$　　　(B) $\frac{1}{2}P\delta_{Bx}=U_1+U_2$

(C) $P\delta_{By}=U_1+U_2$　　　(D) $\frac{1}{2}P\delta_{By}=U_1$

§2-5　材料的力学性能

2—43　低碳钢材料受拉伸经过冷作硬化后,将使材料的(　　　)得到提高。

(A) 强度极限　　(B) 比例极限

(C) 断面收缩率　　(D) 伸长率(延伸率)

2—44　对于没有明显屈服阶段的塑性材料,曾用 $\sigma_{0.2}$ 表示其屈服极限,并称为名义屈服极限。$\sigma_{0.2}$ 是塑性应变等于________时的应力值。

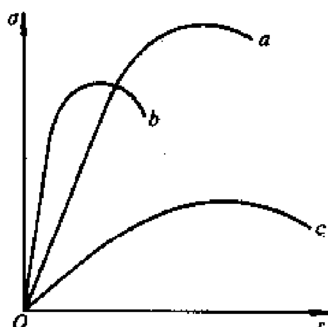
2—45　伸长率(延伸率)公式 $\delta=\frac{l_1-l}{l}\times100\%$ 中的 l_1 指的是(　　　)。

(A) 断裂时试件的长度　　(B) 断裂后试件的长度

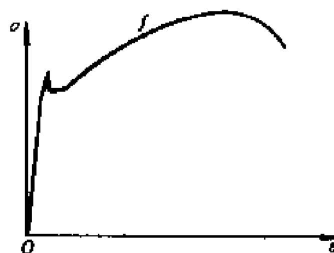
(C) 断裂时试验段的长度　　(D) 断裂后试验段的长度

2—46　低碳钢受拉伸时,当正应力小于________时,材料在线弹性范围内工作;正应力达到________,意味着材料发生破坏。铸铁拉伸时,正应力达到________,材料发生破坏。

2—47　三种材料的应力-应变曲线分别如图中 a、b、c 所示。其中材料强度最高的是________,弹性模量最大的是________,塑性最好的是________。



题 2—47 图



题 2—48 图

2—48　低碳钢的应力-应变曲线如图所示。试在图中表示出 f 点的弹性应变 ϵ_e、塑性应变 ϵ_p 以及材料的伸长率 δ。

2—49　低碳钢材料在轴向拉伸和压缩时,下列答案中正确的有(　　　)。

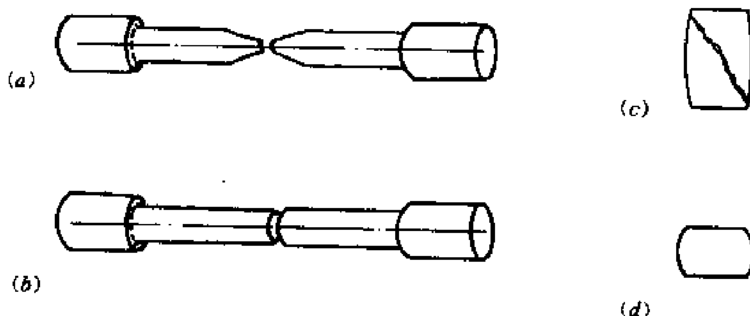
(A) 比例极限相等　　(B) 屈服极限相等

(C) 强度极限相等　　(D) 弹性模量相等

2—50　低碳钢和铸铁试件在拉伸和压缩破坏时的情形,如图所示。其中图(a)为________,图(b)为________,图(c)为________,图(d)为________。

2—51　低碳钢材料作拉伸试验时,若试件表面经过磨削和抛光,当材料屈服时,在试件表面上会看到与轴线大致成 ±45°的条纹(滑移线),这是因为在与轴线成 ±45°方向上的________应力的绝对值为最大值,材料沿________面发生滑移。工程上以屈服极限 σ_s 作为屈

服的标志，其原因是________。



题 2—50 图

2—52　已知某低碳钢材料的比例极限 $\sigma_p=200\text{MPa}$，屈服极限 $\sigma_s=235\text{MPa}$，弹性模量 $E=200\text{GPa}$。若测得该低碳钢轴向拉伸时的轴向线应变 $\varepsilon=0.001$，则横截面上的正应力是________。如果加大拉力，轴向线应变增加到 $\varepsilon=0.01$，则横截面上的正应力________，原因是________。

2—53　对低碳钢试件进行拉伸试验，测得弹性模量 $E=200\text{GPa}$，屈服极限 $\sigma_s=235\text{MPa}$。当试件横截面上正应力 $\sigma=300\text{MPa}$ 时，测得轴向线应变 $\varepsilon=4.0\times10^{-3}$，然后把荷载卸为零，则试件的轴向塑性线应变是（　　）。

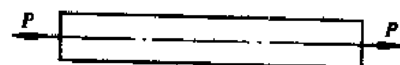
(A) $\varepsilon_p=\dfrac{\sigma}{E}=\dfrac{300}{200\times10^3}=1.5\times10^{-3}$

(B) $\varepsilon_p=\varepsilon=4.0\times10^{-3}$

(C) $\varepsilon_p=\varepsilon-\dfrac{\sigma_s}{E}=4.0\times10^{-3}-\dfrac{235}{200}\times10^{-3}=2.825\times10^{-3}$

(D) $\varepsilon_p=\varepsilon-\dfrac{\sigma}{E}=4.0\times10^{-3}-\dfrac{300}{200}\times10^{-3}=2.5\times10^{-3}$

2—54　已知低碳钢材料的屈服极限为 σ_s，在轴向拉力 P 作用时，横截面上的正应力为 σ，且 $\sigma>\sigma_s$，轴向线应变为 ε_1；在力 P 全部卸掉后，轴向线应变为 ε_2。该钢材的弹性模量 $E=$________。



题 2—54 图

2—55　两端受轴向拉力 $P=50\text{kN}$ 作用的等直杆，其长度 $l=2\text{m}$，横截面面积 $A=200\text{mm}^2$，弹性模量 $E=200\text{GPa}$，比例极限 $\sigma_p=200\text{MPa}$。其杆的正应力和伸长量分别为

(1) $\sigma=\dfrac{P}{A}=\dfrac{50\times10^3}{200}=250\text{MPa}$，(2) $\Delta l=\dfrac{Pl}{EA}=\dfrac{50\times10^3\times2\times10^3}{2\times10^5\times200}=2.5\text{mm}$

下面判断中正确的为（　　）。

(A) (1)、(2)均正确　　(B) (1)正确、(2)错误

(C) (1)、(2)均错误　　(D) (1)错误、(2)正确

2—56　在 2—55 题中，若已测得杆的纵向线应变 $\varepsilon=0.001\,5$，则有

(1) $\Delta l=\varepsilon l=0.001\,5\times2\times10^3=3\text{mm}$，(2) $\sigma=\varepsilon E=0.001\,5\times200\times10^3=300\text{MPa}$

下面判断中正确的为（　　）。

(A) (1)正确、(2)错误　　(B) (1)、(2)均错误

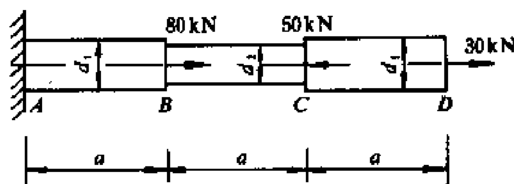
(C) (1)错误、(2)正确　　(D) (1)、(2)均正确

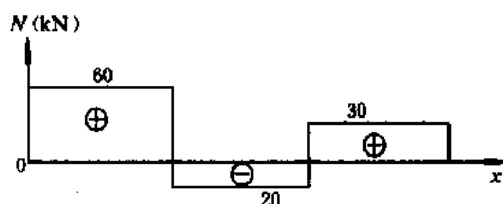
§2-6 强度计算

2—57 钢制圆截面阶梯形直杆的受力和轴力图如图所示,杆的直径 $d_1 > d_2$。对该杆进行强度校核时,应取(　　　)进行计算。

(A) AB、BC 段　(B) AB、BC、CD 段

(C) AB、CD 段　(D) BC、CD 段





题 2—57 图

2—58 图示吊架两杆的材料相同,许用应力为$[\sigma]$,横截面面积分别为 A_1 和 A_2。试说明下面求解吊架许可荷载错误的原因。

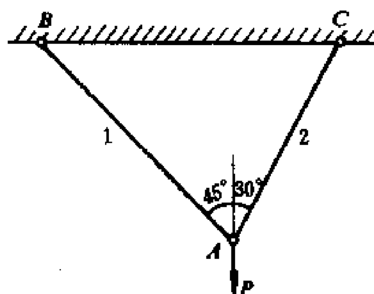
设两杆同时达到许用应力,则轴力分别为 $[N_1]=[\sigma]A_1$,$[N_2]=[\sigma]A_2$。由节点沿竖直方向力的平衡,得许可荷载为 $[P]=[\sigma](A_1\cos45°+A_2\cos30°)$。

2—59 图(a)所示桁架两杆的横截面面积分别为 $A_1=2A$,$A_2=A$,材料的许用应力为$[\sigma]$。由节点 B 的平衡(图 b),建立平衡方程为

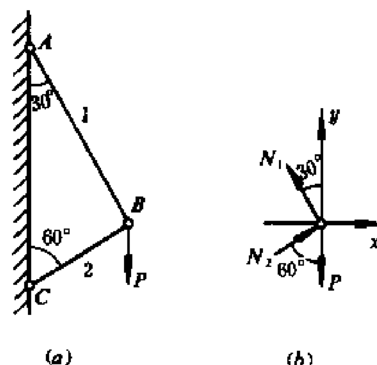
$$\Sigma X=0,\quad N_1\sin30°-N_2\sin60°=0 \qquad (a)$$

$$\Sigma Y=0,\quad N_1\cos30°+N_2\cos60°-P=0 \qquad (b)$$

解得 $N_1=0.87P$,$N_2=0.5P$



题 2—58 图



题 2—59 图

若求桁架的许可荷载$[P]$,正确的应是(　　　)。

(A) 因为 $N_1>N_2$,所以$[P]=\dfrac{[N_1]}{0.87}=\dfrac{2[\sigma]A}{0.87}=2.3[\sigma]A$

(B) 1、2 两杆的许可轴力分别为$[N_1]=2[\sigma]A$,$[N_2]=[\sigma]A$,即$[N_1]=2[N_2]$。由平衡方程得到 $N_1=1.74N_2$,所以,2 杆控制着桁架许可荷载,$[P]=\dfrac{[N_2]}{0.5}=2[\sigma]A$

(C) 由(b)式得$[P]=0.87[N_1]+0.5[N_2]=2.24[\sigma]A$

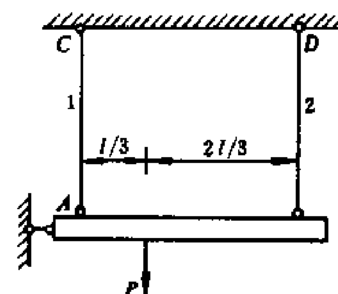
2—60 图示结构中,1、2 两杆的横截面面积分别为 $A_1=400\text{mm}^2$,$A_2=300\text{mm}^2$,许用应力均为$[\sigma]=160\text{MPa}$,AB 杆为刚性杆。当 P 力距A 支座为 $l/3$ 时,求得两杆的轴力分别为 $N_1=\dfrac{2}{3}P$,$N_2=\dfrac{1}{3}P$。该结构的许可荷载为(　　　)。

(A) $[P]=[\sigma]A_1+[\sigma]A_2=112\text{kN}$

(B) $[P]=\frac{3}{2}[\sigma]A_1=96\text{kN}$

(C) $[P]=3[\sigma]A_2=144\text{kN}$

(D) $[P]=96+144=240\text{kN}$



题 2—60 图

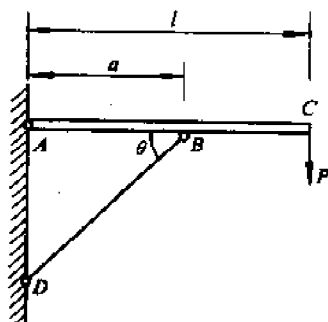
2—61 在 2—60 题中,设 P 力可以沿 AB 杆水平移动。P 力距 1 杆的距离用 x 表示,则 $x=$ ________ 时,结构的承载能力最大,其许可荷载 $[P]=$ ________。

2—62 图示结构中,AC 为刚性杆,BD 杆的许用应力为 $[\sigma]$。当 $\theta=$ ________ 时,可使 BD 杆的重量为最轻。

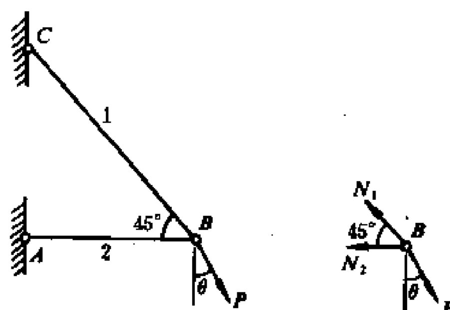
2—63 图示桁架中,集中力 P 与铅垂线间的夹角 θ 可在 $0°\leqslant\theta\leqslant 90°$ 范围内变化。两杆的横截面面积 A 和许用应力 $[\sigma]$ 均相同。由节点 B 的平衡条件,求出 $N_1=\sqrt{2}P\cos\theta$, $N_2=P(\sin\theta-\cos\theta)$。

(1) 要使许可荷载 $[P]$ 为最大,N_1 和 N_2 的条件为 ________,此时 $\theta=$ ________;

(2) $[P]=$ ________。



题 2—62 图



题 2—63 图

§2-7 应力集中

2—64 开有半圆小孔的受拉矩形截面杆如图所示。半圆孔处横截面上的正应力分布规律应为(　　)。

2—65 开有小圆孔的矩形截面拉杆如图所示。通过圆孔中心的 $m-m$ 横截面上的正应力分布应为图(　　)所示。

2—66 外形尺寸相同的四个单向拉伸板,均由脆性材料制成,其中最易拉断的是(　　)。

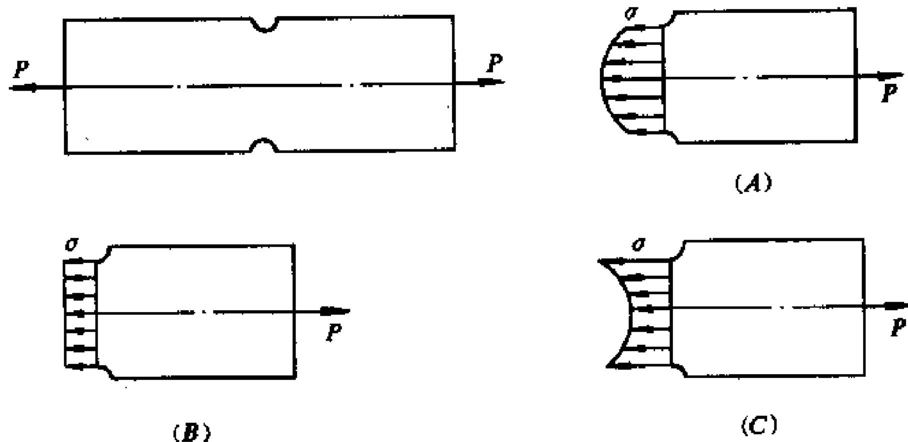
2—67 厚度和有效宽度均相同的三根拉伸板,由同种脆性材料制成,当 P 力同时逐渐增大时,首先被拉断的是(　　),最后被拉断的是(　　)。

2—68 受轴向拉伸的矩形截面板如图所示。设中间截面处有一直径为 10mm 的小孔,该小孔的应力集中系数 $\alpha=2.75$。

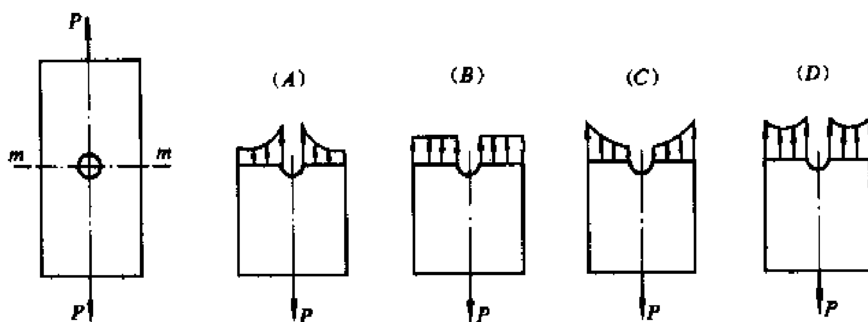
(1) 设材料为 A3 钢,许用应力 $[\sigma]=160\text{MPa}$,则许可荷载是(　　)。

(A) $[P]=160\times100\times10=160\text{kN}$　　　(B) $[P]=160\times90\times10=144\text{kN}$

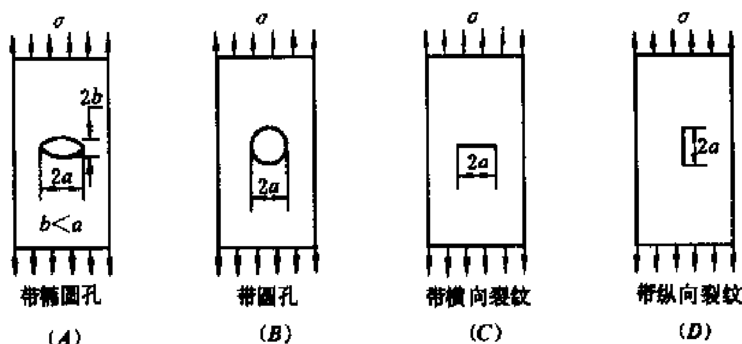
(C) $[P]=\frac{1}{2.75}\times160\times100\times10=58.2\text{kN}$　　(D) $[P]=\frac{1}{2.75}\times160\times90\times10=52.4\text{kN}$



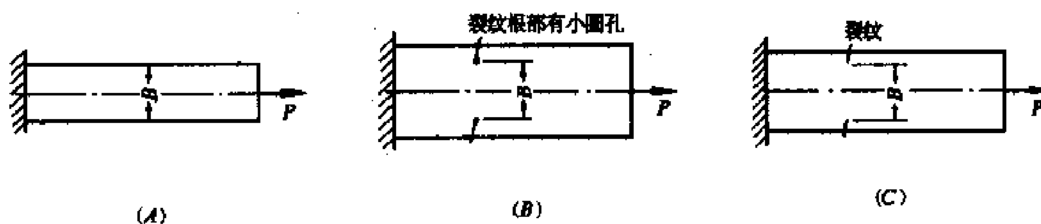
题 2—64 图



题 2—65 图



题 2—66 图



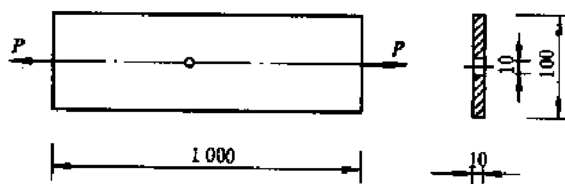
题 2—67 图

(2) 设材料为某高强度脆性钢材，$[\sigma]=500\text{MPa}$，则许可荷载是(　　　)。

(A) $[P]=500\times100\times10=500\text{kN}$　　(B) $[P]=500\times90\times10=450\text{kN}$

(C) $[P]=\frac{1}{2.75}\times500\times100\times10=181.8\text{kN}$ (D) $[P]=\frac{1}{2.75}\times500\times90\times10=163.6\text{kN}$

(3) 设材料为灰口铸铁,许用拉应力$[\sigma_l]=30\text{MPa}$,则许可荷载是(   )。



题 2—68 图

(A) $[P]=30\times100\times10=30\text{kN}$

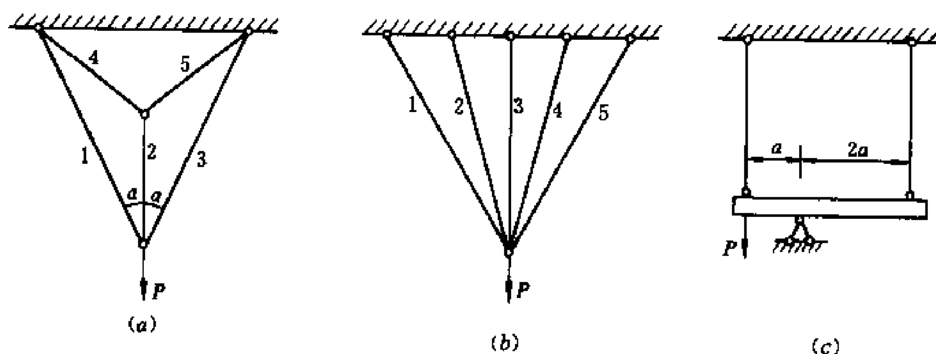
(B) $[P]=30\times90\times10=27\text{kN}$

(C) $[P]=\frac{1}{2.75}\times30\times100\times10=10.9\text{kN}$

(D) $[P]=\frac{1}{2.75}\times30\times90\times10=9.82\text{kN}$

§2-8 拉压超静定问题

2—69 试判断下列结构在图示荷载作用时,应解几次超静定。



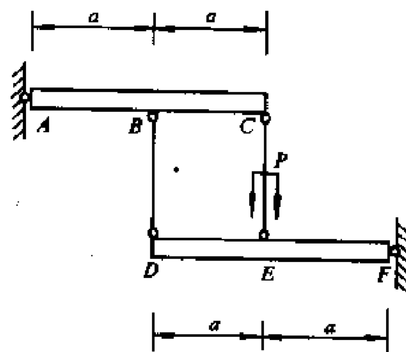
题 2—69 图

2—70 图示结构的 AC 和 DF 杆为刚性杆,在荷载 P 作用时,结构应为(   )。

(A) 静定

(B) 一次超静定

(C) 二次超静定



题 2—70 图

2—71 图示各结构中的杆 AB 均为刚性杆,在集中力 P 作用时,静定的为(   ),一次超静定的为(   ),二次超静定的为(   )。

2—72 图示桁架在集中力 P 作用时,应是(   )。

(A) 静定

(B) 一次超静定

(C) 二次超静定

2—73 超静定问题中的"多余约束"是指(   )。

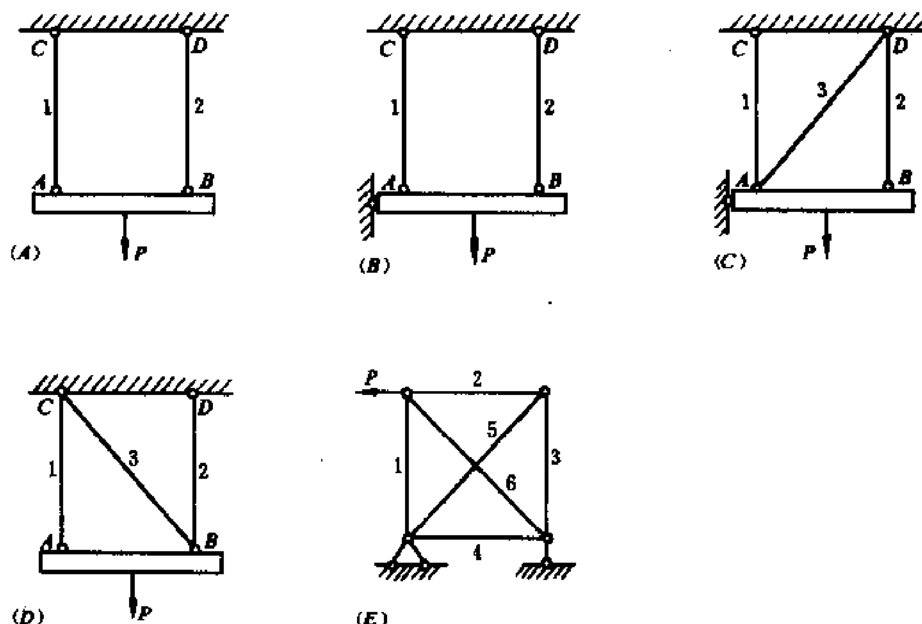
(A) 对于提高结构的强度是多余的约束

(B) 对于提高结构的刚度是多余的约束

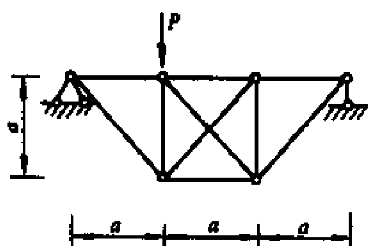
(C) 对于维持结构的平衡和提高结构的强度与刚度均为多余的约束

(D) 对于维持结构的平衡和几何不变是多余的约束,但对于满足结构的强度和刚度要求而言,却又是必须的约束

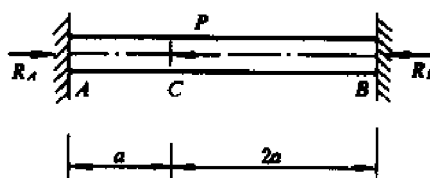
2—74 图示等直杆两端固定，各段的抗拉(压)刚度相同，则两端的支反力分别为 $R_A=$ ________，$R_B=$ ________。



题 2—71 图



题 2—72 图



题 2—74 图

2—75 两端固定的等截面直杆，抗拉(压)刚度为 EA，受载如图所示。

(1) 对于对称结构，在对称受力时，则有(　　)。

(A) 轴力和变形均为对称　(B) 轴力和变形均为反对称

(C) 轴力对称，变形反对称　(D) 轴力反对称，变形对称

(2) 杆件的变形协调条件为(　　)。

(A) $\Delta l_1=\Delta l_3=0,\Delta l_2=-\dfrac{Pa}{EA}$　(B) $\Delta l_1=\Delta l_3=-\Delta l_2/2$

(C) $\Delta l_1=-\Delta l_3,\Delta l_2=0$　(D) $\Delta l_1=\Delta l_3,\Delta l_2=0$

(3) 两端的支反力为 $R_A=$ ________，$R_B=$ ________。

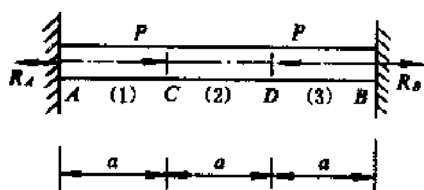
(4) 杆件的轴力图为(　　)。

2—76 两端固定的等截面直杆，抗拉(压)刚度为 EA，受载如图所示。

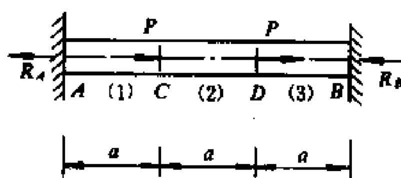
(1) 对于对称结构，在反对称受力时，则有(　　)

(A) 轴力和变形均为对称　(B) 轴力和变形均为反对称

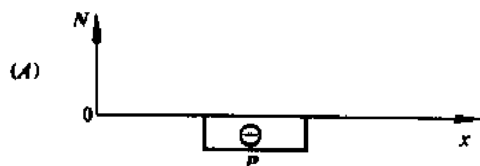
(C) 轴力对称，变形反对称　(D) 轴力反对称，变形对称

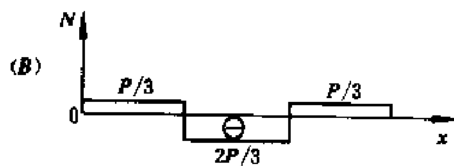


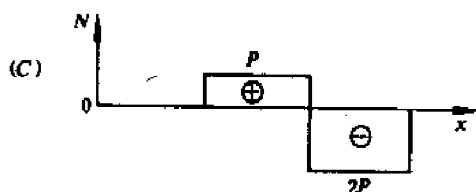
题 2—75 图

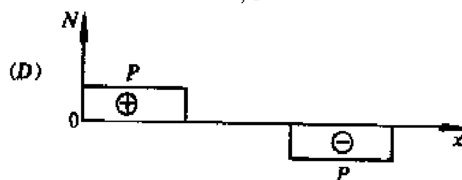


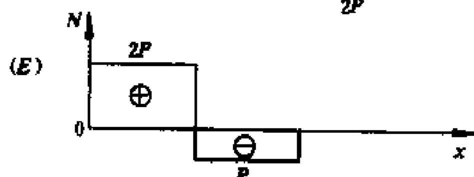
题 2—76 图

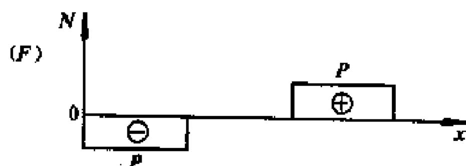












题 2—75、题 2—76 的轴力图

(2) 杆件的变形协调条件为(　　　)。

(A) $\Delta l_1=\Delta l_3=0,\Delta l_2=-\dfrac{Pa}{EA}$　　(B) $\Delta l_1=\Delta l_3=-\Delta l_2/2$

(C) $\Delta l_1=-\Delta l_3,\Delta l_2=0$　　(D) $\Delta l_1=\Delta l_3,\Delta l_2=0$

(3) 两端的支反力为 $R_A=$________,$R_B=$________。

(4) 杆件的轴力图为(　　　)。

2—77　图示超静定直杆的横截面面积为 A,AC 段材料的弹性模量 E_1,CB 段材料的弹性模量 E_2,且 $E_1=3E_2$。

(1) 在集中力 P 作用时,A、B 两端的支反力为(　　　)。

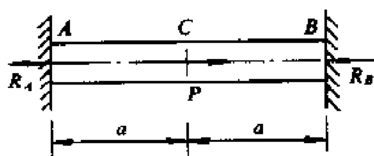
(A) $R_A=R_B=\dfrac{P}{2}$　　(B) $R_A=2R_B=\dfrac{2}{3}P$

(C) $R_A=3R_B=\dfrac{3}{4}P$　　(D) $R_A=R_B=\dfrac{4}{5}P$

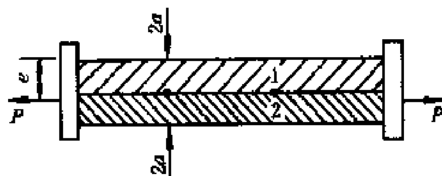
(2) C 截面的位移是(　　　)。

(A) $\delta_C=0$　　(B) $\delta_C=\dfrac{3Pa}{4E_1A}(\rightarrow)$

(C) $\delta_C=\dfrac{Pa}{E_1A}(\rightarrow)$　　(D) $\delta_C=\dfrac{Pa}{2E_1A}+\dfrac{Pa}{2E_2A}(\rightarrow)$



题 2—77 图



题 2—78 图

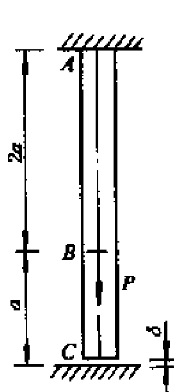
2—78　形状尺寸相同的两根杆并排地固接在两刚性板上，两杆材料的弹性模量为 $E_1 = 2E_2$。若在荷载 P 作用下，两杆的拉伸变形相等，则力 P 作用点的位置为（　　）。

(A) $e = 2a$　　(B) $e = 1\dfrac{2}{3}a$　　(C) $e = 1.5a$　　(D) $e = 1\dfrac{1}{3}a$

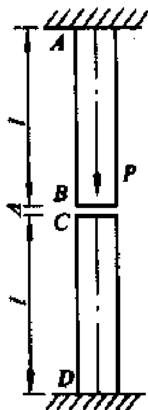
2—79　钢杆的抗拉(压)刚度为 EA，安装有间隙 δ，然后受集中力 P 作用，如图所示。在按超静定问题求解杆内轴力时，正确的补充方程式是（　　）。

(A) $\dfrac{2Pa}{EA} - \dfrac{R_C a}{EA} = \delta$　　(B) $\dfrac{2Pa}{EA} - \dfrac{3R_C a}{EA} = \delta$

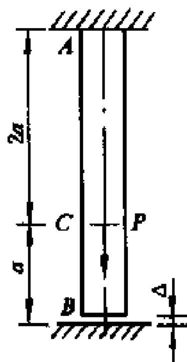
(C) $\dfrac{(P - R_C)2a}{EA} - \dfrac{R_C a}{EA} = 0$　　(D) $\dfrac{(R_C - P)2a}{EA} - \dfrac{R_C a}{EA} = \delta$

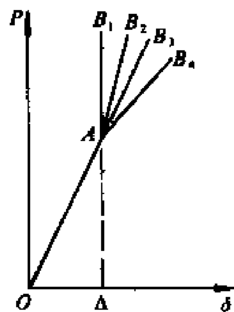


题 2—79 图



题 2—80 图





题 2—81 图

2—80　AB、CD 两等直杆的抗拉(压)刚度均为 EA，两杆之间的间隙为 Δ。设 P 力作用于 B 截面时 $\left(\dfrac{Pl}{EA} > \Delta\right)$，满足变形协调的补充方程式是__________。

2—81　上端固定，下端距刚性支座有微小间隙 Δ 的杆，受力如图所示。设 P 力从零逐渐增加时，力 P 作用点的位移为 $\delta(\delta > \Delta)$，则 $P—\delta$ 关系曲线为图中的（　　）。

(A) 折线 OAB_1　　(B) 折线 OAB_2　　(C) 直线 OAB_3　　(D) 折线 OAB_4

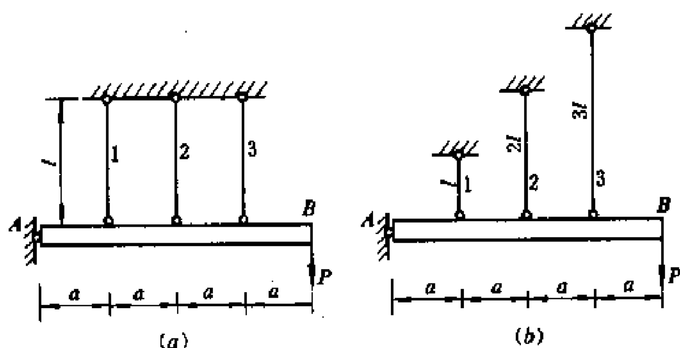
2—82　图示结构 1、2、3 杆的抗拉刚度均为 EA，AB 为刚性杆。试确定 P 力作用时，各杆的变形、应变、轴力、正应力之间的关系。

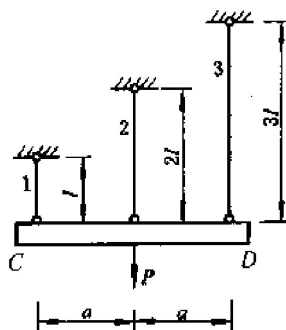
图(a)：____ $\Delta l_3 =$ ____ $\Delta l_2 = \Delta l_1$，　____ $\varepsilon_3 =$ ____ $\varepsilon_2 = \varepsilon_1$；

____ $N_3 =$ ____ $N_2 = N_1$，　____ $\sigma_3 =$ ____ $\sigma_2 = \sigma_1$。

图(b)：____ $\Delta l_3 =$ ____ $\Delta l_2 = \Delta l_1$，　____ $\varepsilon_3 =$ ____ $\varepsilon_2 = \varepsilon_1$；

____ $N_3 =$ ____ $N_2 = N_1$，　____ $\sigma_3 =$ ____ $\sigma_2 = \sigma_1$。





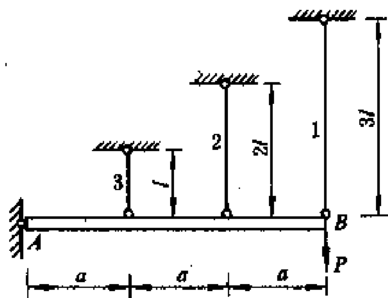
题 2—82 图

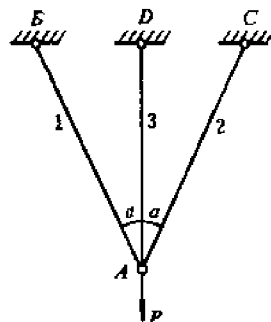
题 2—83 图

2—83　图示结构的 1、2、3 杆材料相同，横截面面积依次为 A、A 和 $3A$，CD 为刚性杆。当集中力 P 作用时，三杆具有相等的(　　)。

(A) 轴力 N　(B) 应力 σ　(C) 伸长 Δl　(D) 应变 ε

2—84　图示结构中，1、2、3 杆的横截面面积分别为 A、$2A$ 和 $3A$，材料相同，AB 为刚性杆。在 P 力作用下，三杆正应力的关系是_______。





题 2—84 图

题 2—85 图

2—85　三杆结构受力如图所示。1、2 两杆的横截面面积相等。在三杆材料保持不变时，欲使 3 杆的轴力有所减少，应采取的措施是(　　)。

(A) 减少 3 杆的横截面面积

(B) 减少 1、2 两杆的横截面面积

(C) 三根杆的横截面面积按相同比例加大

(D) 三根杆的横截面面积按相同比例减少

2—86　图示三根杆桁架在P力作用下，若使杆1与杆2的应力相等，而应变不等，则应有(　　)。

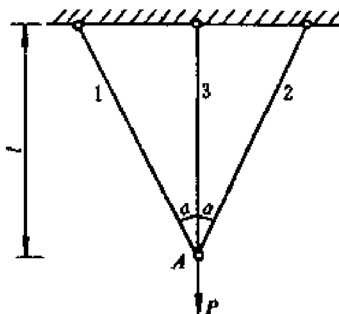
(A) $E_1 \neq E_2, A_1 \neq A_2$　(B) $E_1 \neq E_2, A_1 = A_2$

(C) $E_1 = E_2, A_1 = A_2$　(D) $E_1 = E_2, A_1 \neq A_2$

2—87　图示超静定桁架三根杆的横截面面积为 $A_1 = A_3 = 1.5A_2$，材料的弹性模量均为 E。设在竖向载荷 P 作用时，三杆的伸长量分别为 Δl_1、Δl_2 和 Δl_3。(1) 画出桁架的变形图；(2) 变形协调方程为(　　)。

(A) $\Delta l_1 = \Delta l_3 \cos\alpha$　(B) $\Delta l_2 = \Delta l_3 \cos\alpha$

(C) $\Delta l_1 \cos\alpha + \Delta l_2 \cos\alpha = \Delta l_3$



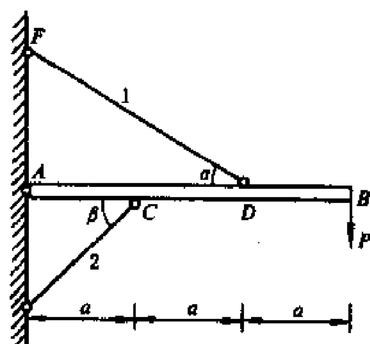
题 2—86、题 2—87 图

（D）$\Delta l_1+\Delta l_2=2\Delta l_3\cos\alpha$

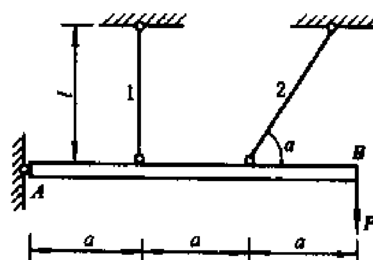
2—88　图示超静定结构中，AB 为刚性杆。设 Δl_1 和 Δl_2 分别表示 1 杆的伸长量和 2 杆的缩短量。

（1）画出结构的变形图；

（2）变形协调方程为________。



题 2—88 图



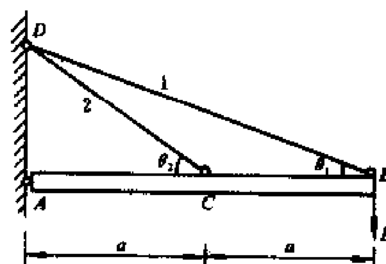
题 2—89 图

2—89　超静定结构如图所示。AB 为刚性杆，1、2 两杆的 EA 相同。Δl_1 和 Δl_2 分别表示 1 杆和 2 杆的伸长量。结构的变形协调方程为（　　）。

（A）$\Delta l_2=2\Delta l_1\sin\alpha$　　（B）$\Delta l_2=2\Delta l_1\cos\alpha$

（C）$\Delta l_2=2\Delta l_1\tan\alpha$　　（D）$\Delta l_2=2\Delta l_1\cot\alpha$

2—90　超静定结构如图所示。AB 为刚性杆，Δl_1 和 Δl_2 分别表示 1 杆和 2 杆的伸长量。（1）画出结构的变形图；（2）结构的变形协调方程为（　　）。

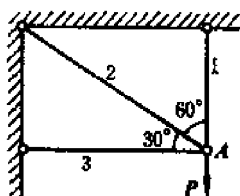


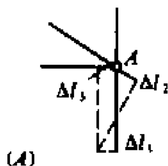
题 2—90 图

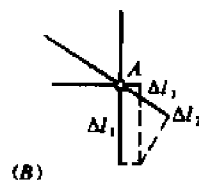
（A）$\dfrac{\Delta l_1}{\sin\theta_1}=2\dfrac{\Delta l_2}{\sin\theta_2}$　　（B）$\dfrac{\Delta l_1}{\cos\theta_1}=2\dfrac{\Delta l_2}{\sin\theta_2}$

（C）$\dfrac{\Delta l_1}{\sin\theta_1}=2\dfrac{\Delta l_2}{\cos\theta_2}$　　（D）$\dfrac{\Delta l_1}{\cos\theta_1}=2\dfrac{\Delta l_2}{\cos\theta_2}$

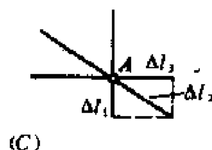
2—91　超静定结构受 P 力作用，各杆轴力设为如图所示，则与此对应的变形图应是（　　），变形协调方程为________。

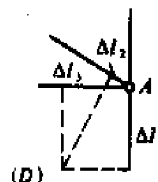








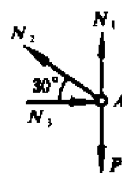




题 2—91 图

2—92　在题 2—91 的超静定结构中，若各杆的轴力设为如图所示，与此对应的变形图为

(　　)(在上题的变形图中选择),变形协调方程为______。



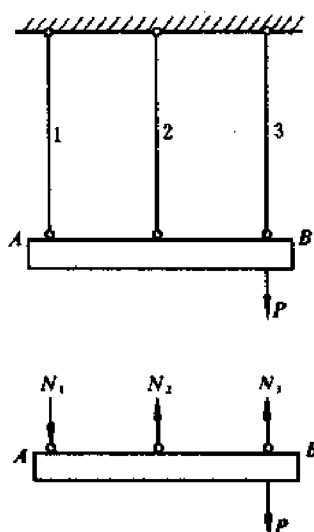
题 2—92 图

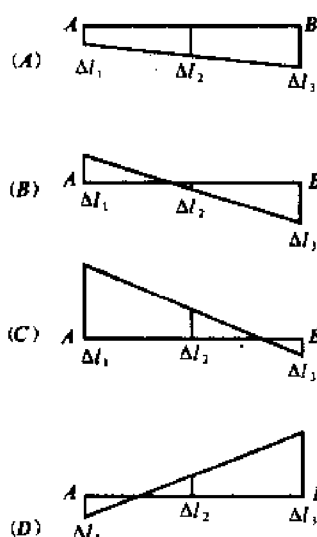
2—93　在图示超静定结构中,AB 为刚性杆,与受力图对应的变形图是(　　)。

2—94　图示桁架中,三根杆件的材料相同,但横截面面积不相等。设在 P 力作用时,1、2 两杆的轴力设为拉力,3 杆设为压力。(1) 画出桁架的变形图;(2) 正确的变形协调方程是(　　)。

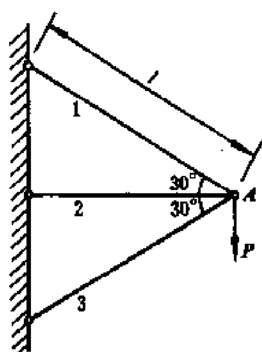
(A) $\Delta l_2 = \Delta l_1 \sin30^\circ + \Delta l_2 \sin30^\circ$　　(B) $\frac{\Delta l_2}{\tan30^\circ} = \frac{1}{2}\left(\frac{\Delta l_1}{\sin30^\circ} - \frac{\Delta l_3}{\sin30^\circ}\right)$

(C) $\frac{\Delta l_2}{\tan30^\circ} = \frac{\Delta l_1}{\sin30^\circ} - \frac{\Delta l_3}{\sin30^\circ}$　　(D) $\frac{\Delta l_1}{\sin30^\circ} = \frac{\Delta l_3}{\sin30^\circ}$

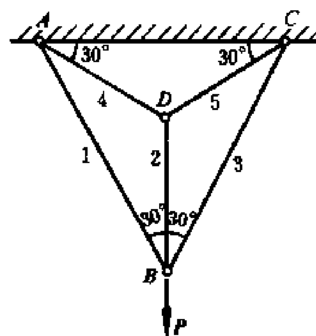




题 2—93 图



题 2—94 图



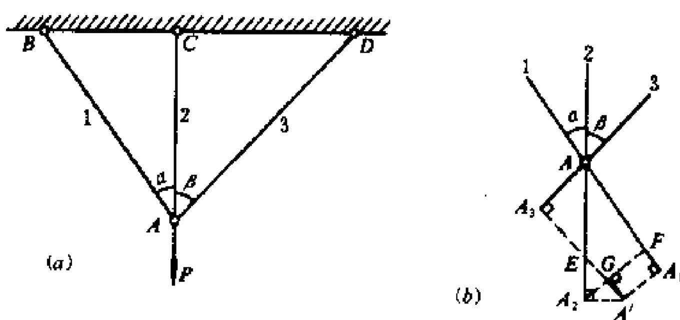
题 2—95 图

2—95　图示杆系中,各杆材料相同,横截面面积相等。设图中各杆轴力均为拉力,相应各杆的伸长分别为 Δl_1、Δl_2、Δl_3、Δl_4 和 Δl_5。(1) 画出结构的变形图;(2) 正确的变形协调方程是(　　)。

(A) $\Delta l_1 = \Delta l_2 \cos30^\circ$　　(B) $\Delta l_2 = 2\Delta l_1 \cos30^\circ$

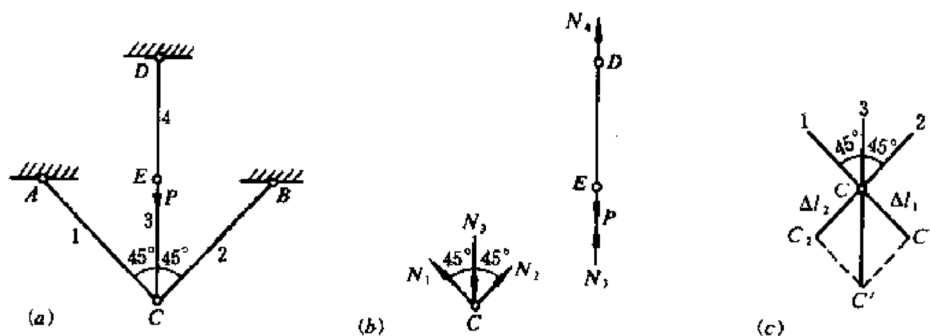
(C) $\Delta l_2 = \frac{\Delta l_1}{\cos30^\circ} - \frac{\Delta l_4}{\cos60^\circ}$　　(D) $\Delta l_2 = \frac{\Delta l_1}{\sin30^\circ} - \frac{\Delta l_4}{\sin60^\circ}$

2—96　图(a)所示超静定结构，设Δl_1、Δl_2、Δl_3分别为1、2、3杆的伸长量。图(b)为变形图，$AA_1=\Delta l_1$，$AA_2=\Delta l_2$，$AA_3=\Delta l_3$。由图可见，$\angle GA_2A'=\alpha$，$\angle A_3A'A_2=\beta$，$\Delta l_2=AE+EA_2$，$AE=\Delta l_3/\cos\beta$。$\Delta l_1=AF+FA_1=\Delta l_2\cos\alpha+GA'=\Delta l_2\cos\alpha+\dfrac{EA_2}{\tan\beta}\sin\alpha$，从而有变形协调方程$\Delta l_2\sin(\alpha+\beta)=$______。



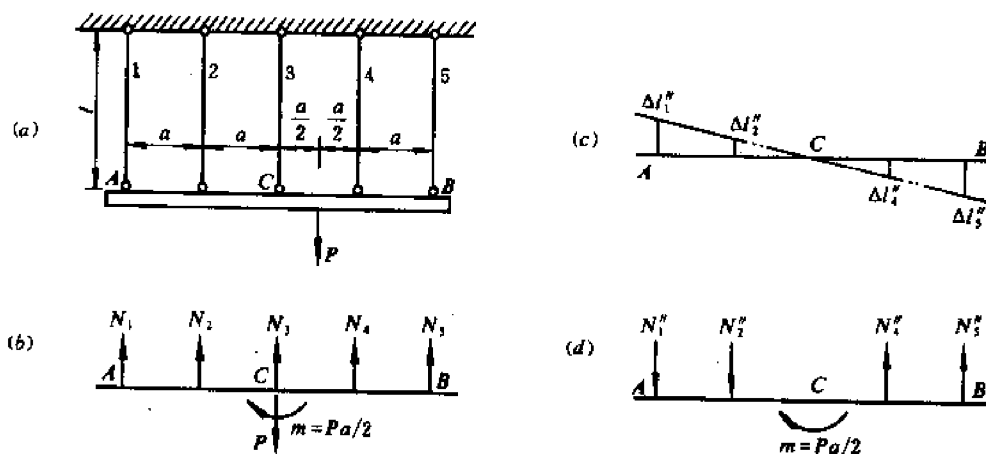
题2—96图

2—97　图(a)所示各杆的EA均相同，各杆受力设为如图(b)所示。Δl_1、Δl_2、Δl_4分别表示1、2、4杆的伸长量，Δl_3表示3杆的缩短量，变形图如图(c)所示。变形协调方程为______。



题2—97图

2—98　图(a)所示结构中，AB为刚性杆，1、2、3、4、5杆的EA相同。根据对称性求各杆的轴力时，将P力向C点简化，AB刚性杆的受力如图(b)所示。结构仅在$m=\dfrac{1}{2}Pa$作用下的变形图和受力图，如图(c)、(d)所示。



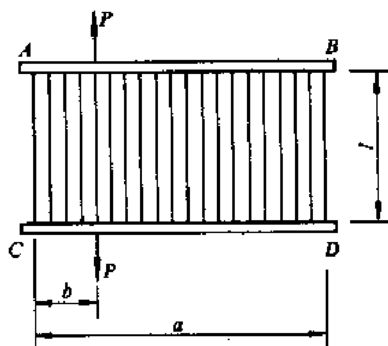
题2—98图

(1) 在C处仅作用P力时，$N_1'=$__，$N_2'=$__，$N_3'=$__，$N_4'=$__，$N_5'=$__。

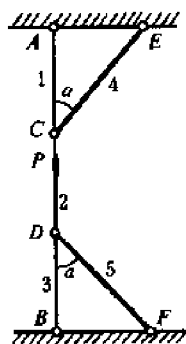
(2) 在仅作用$m=\dfrac{1}{2}Pa$时，$N_1''=$__，$N_2''=$__，$N_3''=$__，$N_4''=$__，$N_5''=$__。

(3) 在 P 和 $m=\frac{1}{2}Pa$ 共同作用下，$N_1=$__，$N_2=$__，$N_3=$__，$N_4=$__，$N_5=$__。

2—99　图示结构中，AB、CD 为两平行的刚性杆，其间均匀连有 n(数目很大)根高强度纤维。(1) 当 $b=\frac{a}{2}$时，每根纤维所受拉力 $N=$________；(2) 当 $b=\frac{a}{4}$时，有________根纤维不受力，受力最大的纤维位于________，其拉力值等于________。



题 2—99 图



题 2—100 图

2—100　图示结构 1、2、3 杆的抗拉(压)刚度均为 EA，长度均为 l；4、5 杆为刚性杆，在 C 点作用P 力。

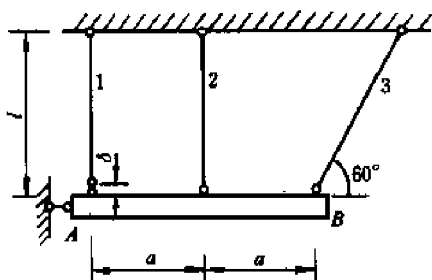
(1) 分别画出节点 C、D 的受力图；

(2) 结构的变形协调方程为________。

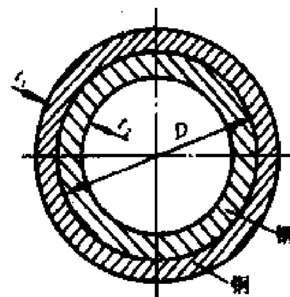
§2－9　装配应力　温度应力

2—101　水平刚性横梁 AB 由 1、2、3 杆悬挂，如图所示。已知三杆的材料和横截面面积均相同，由于制造误差，使杆 1 的长度短了 δ。装配后，设 1 杆轴力为拉力 N_1，2 杆轴力为压力 N_2，3 杆轴力为拉力 N_3。(1) 画出结构的变形图；(2) 变形协调方程是____________。

2—102　钢制薄壁圆筒的内径为$(D-\delta)$，壁厚 t_1，弹性模量 E_1；铜衬套的外径为 D，壁厚 t_2，弹性模量 E_2。将钢制薄壁圆筒加热后，与铜衬套装配为一整体。设二者接触面上的接触压力为 p，则钢制薄壁圆筒径向截面上的正应力 $\sigma_1=$______(拉应力)，铜衬套径向截面上的正应力 $\sigma_2=$______(压应力)。因此，钢制薄壁圆筒的内径增大，铜衬套的外径减小，则变形协调方程是____________。

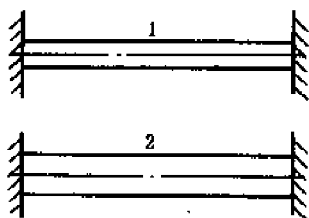


题 2—101 图

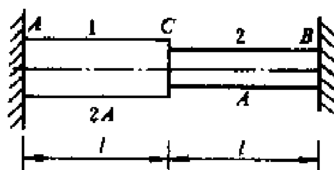


题 2—102 图

2—103　图示 1、2 两杆的材料和长度分别相同，横截面面积 $A_1<A_2$。若两杆温度同时下降 Δt℃，则两杆之间的轴力关系是 N_1 ____ N_2，应力关系是 σ_1 ____ σ_2(均填＝，＞，＜)。



题 2—103 图



题 2—104 图

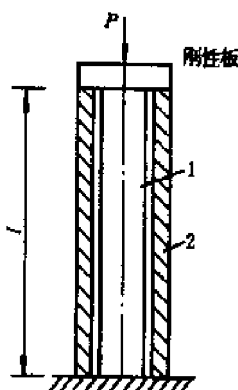
2—104 阶梯形钢杆两端固定,如图所示。其横截面面积分别为 $2A$ 和 A,当温度升高 Δt℃时,两段杆的正应力为(　　)。

(A) $\sigma_1=\sigma_2$　(B) $\sigma_1=2\sigma_2$　(C) $\sigma_1=\frac{1}{2}\sigma_2$　(D) $\sigma_1=\frac{1}{3}\sigma_2$

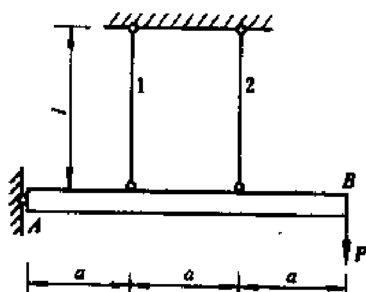
2—105 如图所示的组合杆,中间是铜杆,其横截面面积 A_1,弹性模量 E_1,线膨胀系数 α_1;外部是钢管,其横截面面积 A_2,弹性模量 E_2,线膨胀系数 α_2,且 $\alpha_1>\alpha_2$。当组合杆在力 P 作用下,并且温度下降 Δt℃时,设铜杆和钢管中的轴力分别为 N_1 和 N_2(均为压力),则正确的补充方程是(　　)。

(A) $\frac{N_1 l}{E_1A_1}-\alpha_1 l\Delta t=\frac{N_2 l}{E_2A_2}-\alpha_2 l\Delta t$　(B) $\frac{N_1 l}{E_1A_1}-\alpha_1 l\Delta t=\frac{N_2 l}{E_2A_2}+\alpha_2 l\Delta t$

(C) $\frac{N_1 l}{E_1A_1}+\alpha_1 l\Delta t=\frac{N_2 l}{E_2A_2}-\alpha_2 l\Delta t$　(D) $\frac{N_1 l}{E_1A_1}+\alpha_1 l\Delta t=\frac{N_2 l}{E_2A_2}+\alpha_2 l\Delta t$



题 2—105 图



题 2—106 图

2—106 超静定结构受力如图所示。1、2 两杆的材料相同,横截面面积相等,AB 为刚性杆。在 P 力作用后,两杆温度同时升高 Δt℃,则两杆轴力的变化是(　　)。

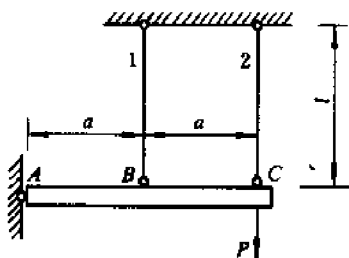
(A) N_1 上升,N_2 下降　(B) N_1 上升,N_2 上升

(C) N_1 下降,N_2 上升　(D) N_1 下降,N_2 下降

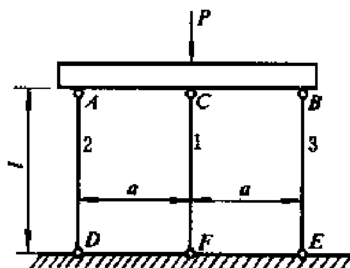
2—107 图示结构,AC 为刚性杆,1、2 两杆的抗拉(压)刚度相等。当杆 1 的温度升高时,两杆的轴力变化是(　　)。

(A) 两杆轴力均减小　(B) 两杆轴力均增大

(C) 杆 1 轴力减小,杆 2 轴力增大　(D) 杆 1 轴力增大,杆 2 轴力减小



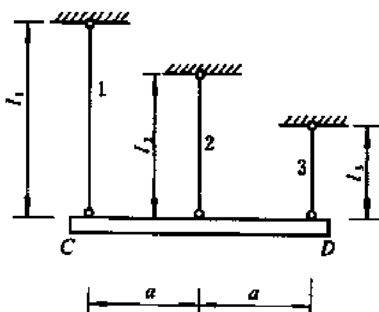
题 2—107 图



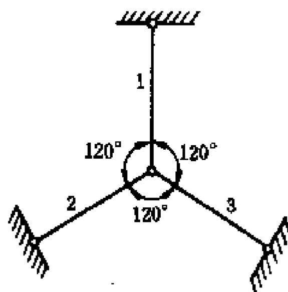
题 2—108 图

2—108　图示结构的 AB 为刚性杆，1、2、3 杆的横截面面积均为 A，1 杆的材料为钢，弹性模量 E_1，线膨胀系数 α_1；2、3 杆的材料均为铜，弹性模量 E_2，线膨胀系数 α_2，且 $\alpha_1 < \alpha_2$。(1) 当温度升高 Δt℃，使 1 杆受力为零时，画出结构的变形图；(2) 变形协调方程为________，Δt =________。

2—109　图示结构中，CD 为刚性杆，1、2、3 杆的横截面积分别为 A_1、A_2、A_3，其弹性模量均为 E，线膨胀系数均为 α，长度分别为 $l_1=4l$，$l_2=3l$，$l_3=2l$。设各杆温度均上升 Δt℃，则三杆的轴力分别为 $N_1=$________，$N_2=$________，$N_3=$________。



题 2—109 图



题 2—110 图

2—110　图示三杆的长度均为 l，EA 相同，线膨胀系数为 α。当温度均上升 Δt℃时，则三杆的轴力分别为 $N_1=$________，$N_2=$________，$N_3=$________。

2—111　图(a)所示结构中，AB 为刚性杆，1、2 两杆的 EA 相同，线膨胀系数为 α，2 杆由于制造不准，短了微量 Δ。结构装配后再加 P 力，且各杆温度均升高 Δt℃，其受力图和变形图分别如图(b)、(c)所示。变形协调方程为________，物理方程为 $\Delta l_1=$________，$\Delta l_2=$________。

2—112　三杆桁架如图(a)所示。已知各杆的抗拉(压)刚度均为 EA，线膨胀系数为 α，温度升高为 Δt℃。

(1) 下列结论中正确的是(　　)。

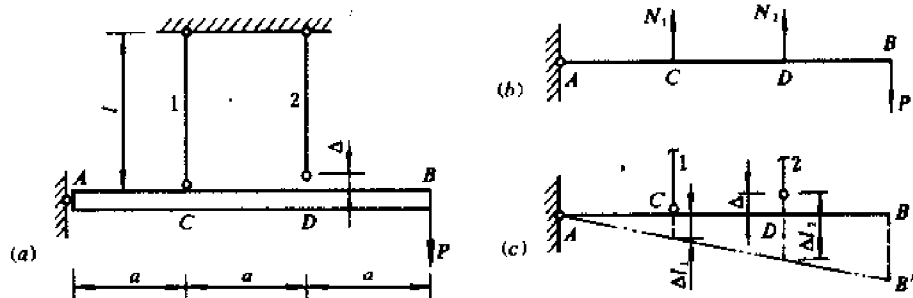
(A) 因桁架未受力，所以各杆轴力为零

(B) 因结构对称，各杆升高温度相同，所以各杆轴力为零

(C) 因是超静定结构，当温度变化时，而有温度应力

(2) 设各杆轴力如图(b)所示。各杆因温度升高和轴力共同作用下的伸长量分别为 Δl_1、Δl_2 和 Δl_3，变形协调方程为 $\Delta l_1=\Delta l_2\cos\alpha$(图 c)。Δl_1 和 Δl_2 的正确表达式是(　　)。

(A) $\Delta l_1=\dfrac{\alpha l\Delta t}{\cos\alpha}-\dfrac{N_1 l}{EA\cos\alpha}$，　$\Delta l_2=\alpha l\Delta t-\dfrac{N_2 l}{EA}$

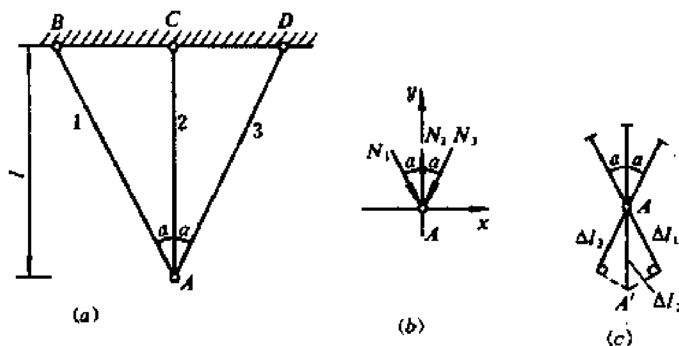


题 2—111 图

(B) $\Delta l_1=\frac{\alpha l\Delta t}{\cos\alpha}+\frac{N_1 l}{EA\cos\alpha}$，　$\Delta l_2=\alpha l\Delta t+\frac{N_2 l}{EA}$

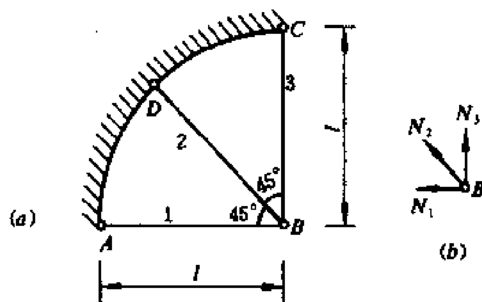
(C) $\Delta l_1=\frac{\alpha l\Delta t}{\cos\alpha}-\frac{N_1 l}{EA\cos\alpha}$，　$\Delta l_2=\alpha l\Delta t+\frac{N_2 l}{EA}$

(D) $\Delta l_1=\frac{\alpha l\Delta t}{\cos\alpha}+\frac{N_1 l}{EA\cos\alpha}$，　$\Delta l_2=\alpha l\Delta t-\frac{N_2 l}{EA}$



题 2—112 图

2—113　图(a)所示结构中，1、2、3 杆的长度 l，抗拉(压)刚度 EA，线膨胀系数 α 分别相同，设温度升高 Δt℃时，节点 B 的受力图如图(b)所示。(1) 试画出结构的变形图；(2) 结构的变形协调方程为________，物理方程为________。

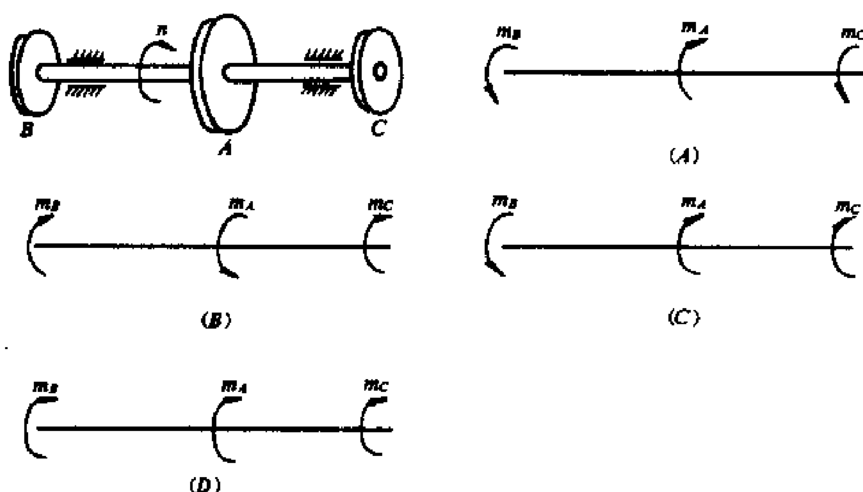


题 2—113 图

第三章　扭　　转

§3-1　外力偶矩、扭矩和扭矩图

3—1　图中 A 为主动轮,B、C 为从动轮,轴的转向如图所示。外力偶作用方向正确的为(　　)。

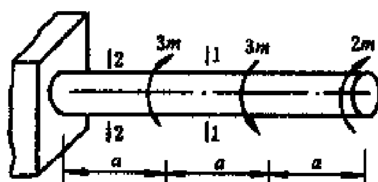


题3—1图
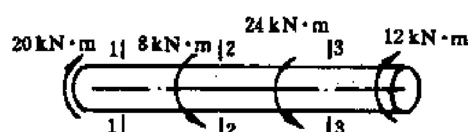
3—2　受扭圆轴如图所示。1—1、2—2 横截面上的扭矩分别是(　　)。

(A) $T_1=3m, T_2=3m$　　(B) $T_1=-m, T_2=0$

(C) $T_1=m, T_2=-2m$　　(D) $T_1=-m, T_2=2m$



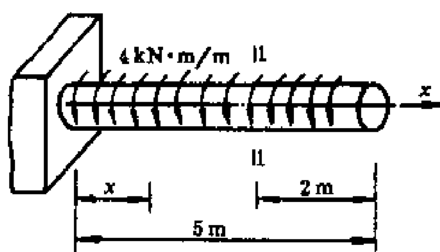
题3—2图



题3—3图

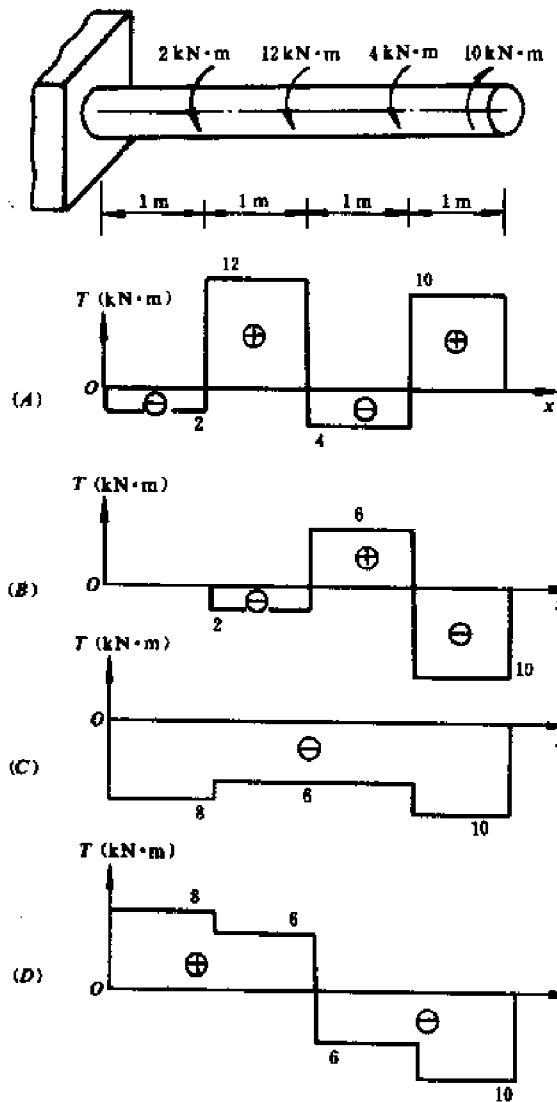
3—3　圆轴受扭如图所示。1—1 横截面上的扭矩是______,2—2 横截面上的扭矩是______,3—3 横截面上的扭矩是______。

3—4　左端固定的圆杆受均布的扭转外力偶作用如图所示。1—1 横截面上的扭矩是______;在图示坐标系下,任意 x 截面上的扭矩是______;扭矩图的特征是______。



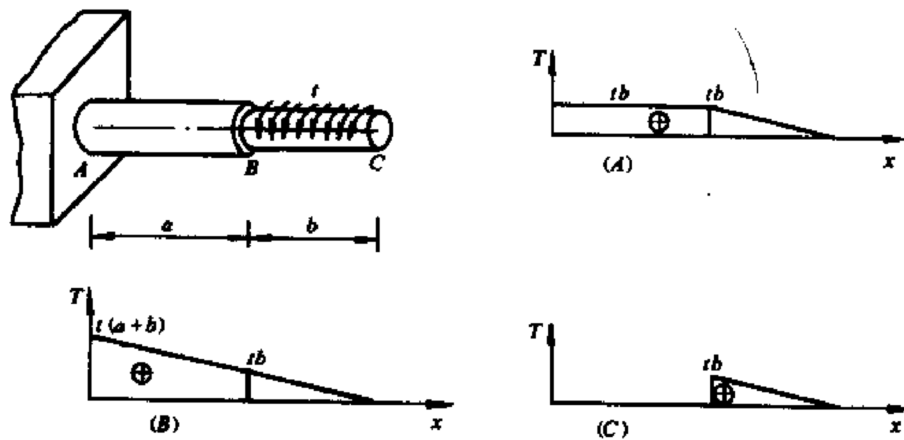
题3—4图

3—5　左端固定的等直圆杆受扭转外力偶作用如图所示。正确的扭矩图是(　　)。



题 3—5 图

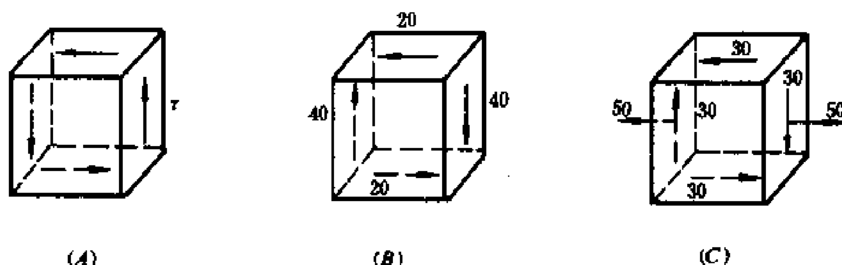
3—6 图示圆轴在 BC 段受集度为 t 的均布力偶作用，其扭矩图应为(　　　)。



题 3—6 图

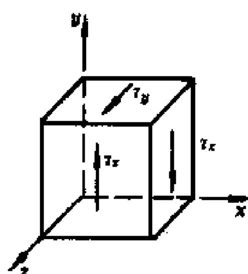
§3－2 剪应力互等定理 剪应变

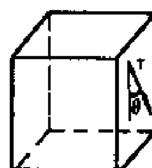
3—7 根据剪应力互等定理判断,图示各单元体上的剪应力正确的是(　　)。(图中应力单位为 MPa)



题 3—7 图

3—8 某单元体上画出的三个剪应力 τ_x、τ_y、τ_z,如图所示。它们之间满足剪应力互等定理的是______。



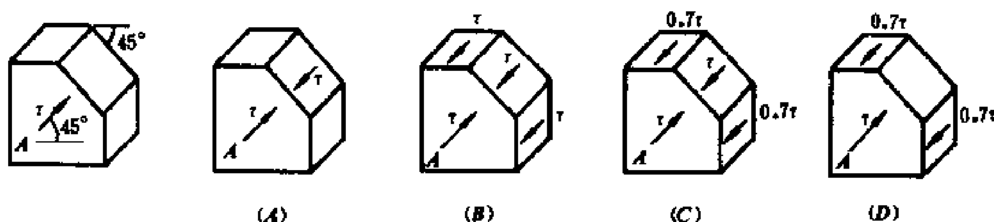


题 3—8 图

题 3—9 图

3—9 图示单元体右侧面上的剪应力 τ,其与铅垂方向夹角为 θ。试根据剪应力互等定理,画出其他面上的剪应力。

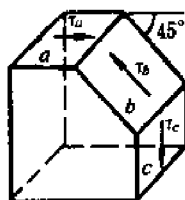
3—10 单元体 A 面上的剪应力 τ,如图所示。其他各面上剪应力分布完全正确的是(　　)。



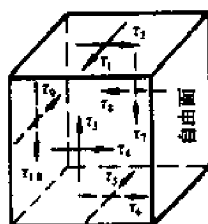
题 3—10 图

3—11 单元体 a、b、c 三个面上的剪应力分别为 τ_a、τ_b、τ_c,如图所示。是否一定存在 $\tau_a = \tau_b = \tau_c$。为什么?

3—12 图示单元体的右侧面为自由表面(该面上没有应力),其他面均为截开面。图示剪应力中一定等于零的为________。

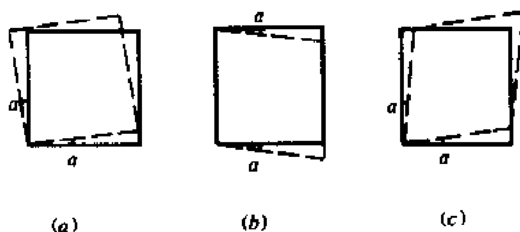


题 3—11 图

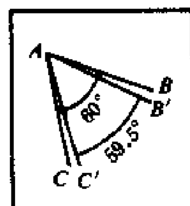


题 3—12 图

3—13　图示各单元体中，虚线表示受力变形后的情况。它们的剪应变分别是 $\gamma_a=$ ________，$\gamma_b=$ ________，$\gamma_c=$ ________。



题 3—13 图

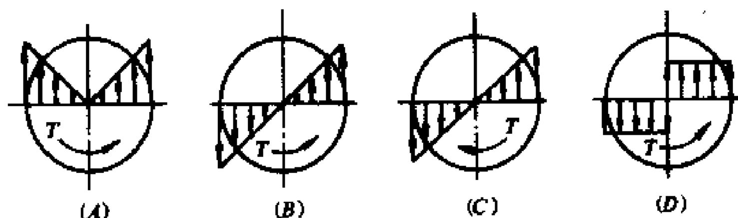


题 3—14 图

3—14　某构件 A 点处的 $\angle BAC=60°$，构件受力后变成 $59.5°$，A 点的剪应变 $\gamma=60°-59.5°=0.5°$ 是否正确？为什么？

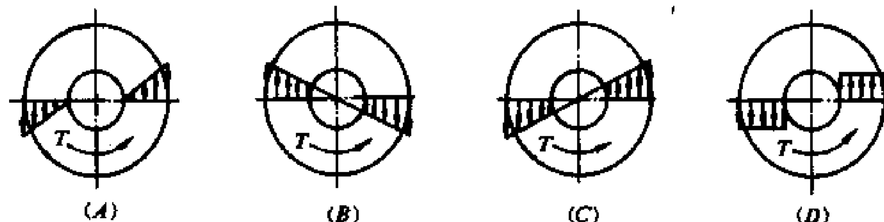
§3-3　圆轴扭转时的应力和变形

3—15　实心受扭圆轴在弹性变形时，横截面上剪应力的分布图是(　　)。图中 T 为扭矩。



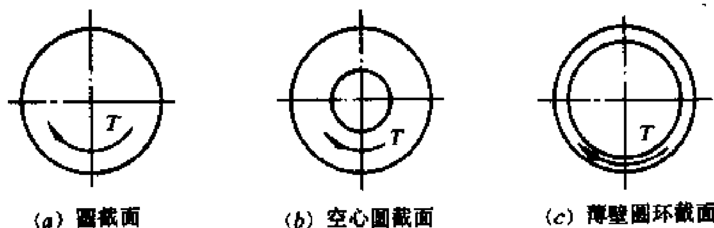
题 3—15 图

3—16　空心受扭圆轴在弹性变形时，横截面上剪应力的分布图是(　　)。图中 T 为扭矩。



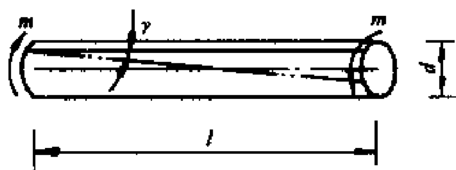
题 3—16 图

3—17　分别画出图示三种截面上剪应力沿半径的分布规律。图中 T 为扭矩。

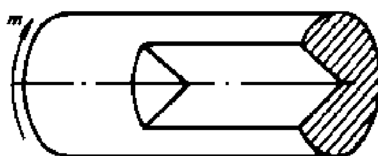


题 3—17 图

3—18　长为 l，直径为 d 的圆轴，材料的切变模量为 G。受扭转时，测得圆轴表面的纵向线倾斜一微小角度 γ，横截面的最大剪应力 $\tau_{max}=$ ________，横截面上的扭矩 $T=$ ________，两端横截面的相对扭转角 $\phi=$ ________，单位长度扭转角 $\varphi=$ ________。



题 3—18 图



题 3—19 图

3—19　试画出图示受扭圆轴横截面上和径向截面上剪应力的变化规律。

3—20　空心圆轴的外直径为 D，内直径为 d。下列关于极惯性矩 I_p 和抗扭截面系数 W_t 的算式中，正确的为(　　)。

(A) $I_p=\frac{\pi}{32}(D^4-d^4)$　　$W_t=\frac{\pi}{16}(D^3-d^3)$

(B) $I_p=\frac{\pi}{64}(D^4-d^4)$　　$W_t=\frac{\pi D^3}{32}[1-(d/D)^3]$

(C) $I_p=\frac{\pi}{32}(D^4-d^4)$　　$W_t=\frac{\pi D^3}{16}[1-(d/D)^4]$

(D) $I_p=\frac{\pi}{32}(D^4-d^4)$　　$W_t=\frac{\pi D^3}{16}[1-(d/D)^3]$

3—21　空心圆轴的内径为 d，外径为 D，$\alpha=\frac{d}{D}=0.5$。当横截面上扭矩为 T 时，最大剪应力为 τ。若截面上 A 点距外周边的距离为 $0.1D$，则 A 点的剪应力是(　　)。

(A) 0.9τ　(B) 0.8τ　(C) 0.5τ　(D) 0.4τ

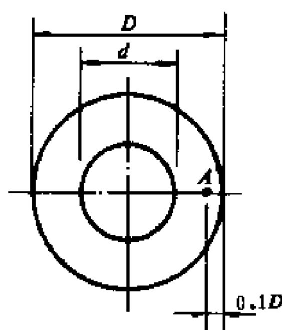
3—22　直径为 d 的实心受扭圆轴，其横截面上的扭矩为 T，如图所示阴影线部分面积所承担的扭矩是(　　)。

(A) $\frac{1}{2}T$　(B) $\frac{2}{3}T$　(C) $\frac{7}{8}T$　(D) $\frac{15}{16}T$

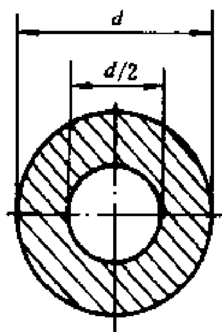
3—23　图(a)、(b)所示两圆轴的材料、长度分别相同，直径分别为 d 和 $2d$。扭转时两轴表面上一点处的剪应变 $\gamma_a=\gamma_b$，则 m_a 和 m_b 的关系为(　　)。

(A) $m_b=m_a$　　(B) $m_b=2m_a$

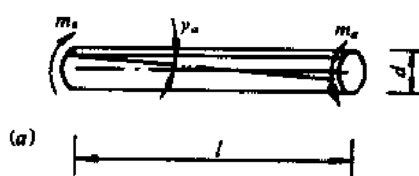
(C) $m_b=4m_a$　　(D) $m_b=8m_a$

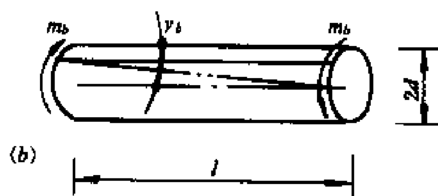


题 3—21 图



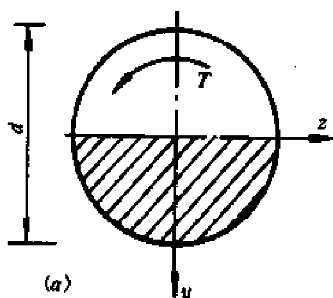
题 3—22 图

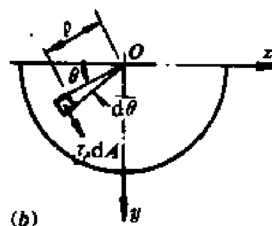




题 3—23 图

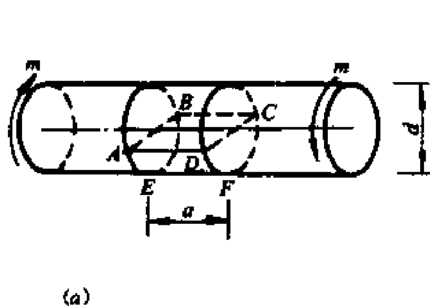
3—24　设圆轴横截面上的扭矩为 T(图 a)。扭转剪应力在下半个圆截面上(图中阴影部分)沿 y、z 方向的合力,分别为 F_y = ________、F_z = ________。

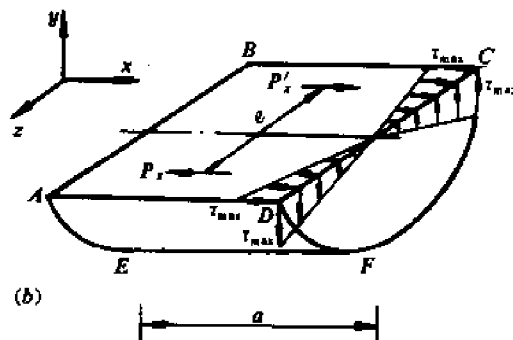




题 3—24 图

3—25　在图(a)所示的受扭圆轴中,用相距为 a 的两个横截面 ABE、CDF 和包含轴线在内的纵向截面 $ABCD$ 截出一部分,如图(b)所示。其横截面及纵向横截面上剪应力的分布规律,已示于图中。纵向截面上的剪应力沿半径为线性分布,沿长度 a 为均匀分布,其微内力沿纵向的合力为 P_x 和 P'_x。$F_x = P'_x = \frac{1}{2}\tau_{max} \times \frac{1}{2}d \times a = \frac{da}{4} \times \frac{16m}{\pi d^3} = \frac{4ma}{\pi d^2}$,二力作用线之间的





题 3—25 图

距离为 $e=2d/3$，P_x 和 P'_x 组成一力偶矩 $m_y=P_x e=\frac{8ma}{3\pi d}$。试问在截出部分上与 m_y 保持平衡的内力是________。

3—26　设圆轴横截面上的扭矩为 T，则在 1/4 圆截面上 τdA 的合力 $R=$________，其方向为________，作用点在________。

题 3—26 图

3—27　(1) 在扭转试验机上试验时，低碳钢试件扭转破坏的现象是(　　)。

(A) 沿横截面拉断

(B) 沿横截面剪断

(C) 沿 45°螺旋面拉断

(D) 沿 45°螺旋面剪断

(2) 破坏的原因是____________。

3—28　(1) 在扭转试验机上试验时，灰口铸铁试件扭转破坏的现象是(　　)。

(A) 沿横截面拉断　(B) 沿横截面剪断

(C) 沿 45°螺旋面拉断　(D) 沿 45°螺旋面剪断

(2) 破坏的原因是____________。

3—29　图示圆杆，材料为铸铁，两端受力偶矩 m 作用，杆的破坏面应为________。

题 3—29 图

3—30　两根等直圆轴的长度、直径分别相同，切变模量分别为 G_1 和 G_2，且 $G_1>G_2$。在两端受到大小相等的力偶矩扭转作用，最大剪应力分别是 τ_1 和 τ_2，两端相对扭转角分别是 ϕ_1 和 ϕ_2。下述结论正确的为(　　)。

(A) $\tau_1=\tau_2,\phi_1=\phi_2$　　(B) $\tau_1>\tau_2,\phi_1>\phi_2$

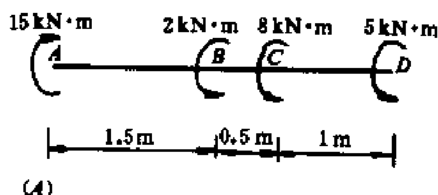
(C) $\tau_1=\tau_2,\phi_1<\phi_2$　　(D) $\tau_1=\tau_2,\phi_1>\phi_2$

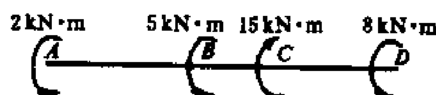
(E) $\tau_1<\tau_2,\phi_1<\phi_2$

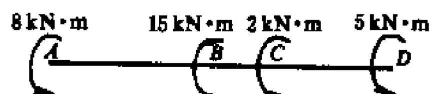
3—31　若实心圆轴的扭矩保持不变，而直径增大 1 倍，则最大扭转剪应力将变为原来的(　　)，单位长度扭转角将变为原来的(　　)。

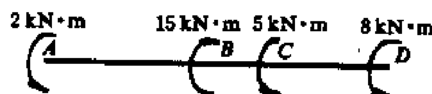
(A) $\frac{1}{2}$　(B) $\frac{1}{4}$　(C) $\frac{1}{8}$　(D) $\frac{1}{16}$

3—32　直径为 d 的传动轴中，将安装一个主动轮和三个从动轮，它们传递的扭转力偶分









题 3—32 图

别为 $m_1=15\text{kN·m}, m_2=2\text{kN·m}, m_3=8\text{kN·m}, m_4=5\text{kN·m}$。四个轮子必须装在 A、B、C、D 四个截面处。从轴的强度和刚度条件考虑，轮子布局最为合理的为(　　)。

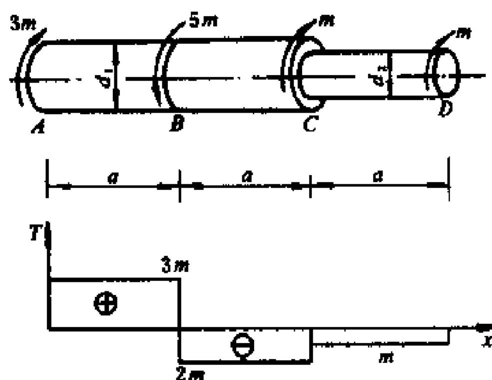
3—33　图示受扭圆轴中，$d_1>d_2$，进行强度和刚度校核时，应取(　　　)进行计算。

(A) AB 段

(B) AB、BC、CD 段

(C) AB、BC 段

(D) AB、CD 段

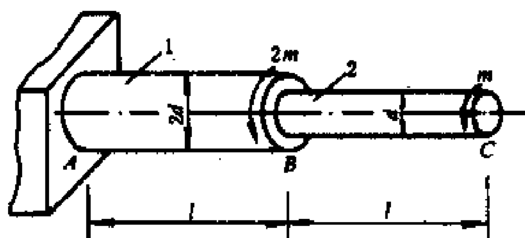


题 3—33 图

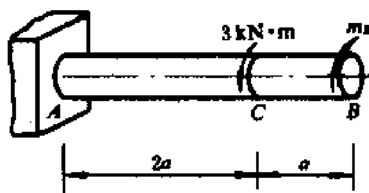
3—34　阶梯形圆轴的尺寸及受力如图所示，其 AB 段与 BC 段的最大剪应力之间的关系为(　　)。

(A) $\tau_{\max1}=\tau_{\max2}$　(B) $\tau_{\max1}=\frac{3}{2}\tau_{\max2}$

(C) $\tau_{\max1}=\frac{3}{4}\tau_{\max2}$ (D) $\tau_{\max1}=\frac{3}{8}\tau_{\max2}$



题 3—34 图



题 3—35 图

3—35　当图示受扭圆轴 B 截面的扭转角 $\phi_B=0$ 时，$m_B=$ ________。

3—36　图示受扭圆轴的 B、C、D 三个横截面相对于 A 截面的扭转角的关系为(　　)。

(A) $\phi_{AB}=\phi_{AC}=\phi_{AD}$　(B) $\phi_{AB}=\phi_{AC}$，　$\phi_{AD}=0$

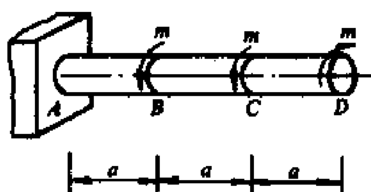
(C) $\phi_{AD}=\phi_{AC}=2\phi_{AB}$

(D) $\phi_{AB}=\phi_{AD}$，　$\phi_{AC}=0$

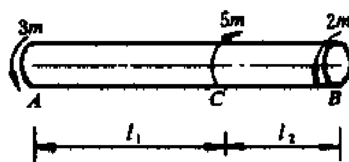
3—37　一直径为 D_1 的实心圆轴，另一内外直径之比 $\alpha=d_2/D_2=0.8$ 的空心圆轴，两轴的长度、材料、扭矩分别相同。

(1) 若两轴的最大扭转剪应力相等，则空心轴和实心轴的重量之比 $W_2/W_1=$ ____________；

(2) 若两轴的单位长度扭转角相等，则空心轴和实心轴的重量之比 $W_2/W_1=$ ____________。



题 3—36 图

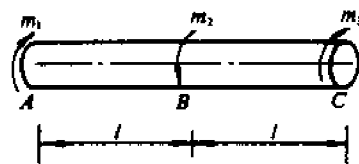


题 3—38 图

3—38　图示受扭圆轴，若使 B 截面相对于 A 截面的扭转角 $\phi_{AB}=0$，则 AC 和 CB 两段长

度之比 $l_1/l_2=$ ________。

3—39 圆轴直径为 d，受外力偶矩作用如图所示。已知 $m_1=3m$，$m_2=7m$，$m_3=4m$，材料切变模量 G。



题 3—39 图

(1) B 截面相对 A 截面的扭转角是(　　)。

(A) $\phi_{AB}=\dfrac{m_2 l}{GI_p}=\dfrac{224ml}{G\pi d^4}$　(B) $\phi_{AB}=-\dfrac{224ml}{G\pi d^4}$

(C) $\phi_{AB}=\dfrac{m_1 l}{GI_p}=\dfrac{96ml}{G\pi d^4}$　(D) $\phi_{AB}=-\dfrac{96ml}{G\pi d^4}$

(2) C 截面相对 B 截面的扭转角是(　　)。

(A) $\phi_{BC}=\dfrac{m_3 l}{GI_p}=\dfrac{128ml}{G\pi d^4}$　(B) $\phi_{BC}=-\dfrac{128ml}{G\pi d^4}$

(C) $\phi_{BC}=\dfrac{m_2 l}{GI_p}=\dfrac{224ml}{G\pi d^4}$　(D) $\phi_{BC}=-\dfrac{224ml}{G\pi d^4}$

(3) C 截面相对 A 截面的扭转角是(　　)。

(A) $\phi_{AC}=\phi_{AB}+\phi_{BC}=-\dfrac{32ml}{G\pi d^4}$　(B) $\phi_{AC}=-\phi_{AB}+\phi_{BC}=-\dfrac{224ml}{G\pi d^4}$

(C) $\phi_{AC}=\phi_{AB}-\phi_{BC}=\dfrac{224ml}{G\pi d^4}$　(D) $\phi_{AC}=-\phi_{AB}-\phi_{BC}=\dfrac{32ml}{G\pi d^4}$

3—40 空心传动轴的内、外直径比 $\alpha=\dfrac{d}{D}=0.8$，两端受外力偶矩 $m=120\text{kN}\cdot\text{m}$ 的扭转作用，单位长度许可扭转角 $[\varphi]=0.25°/\text{m}$，切变模量 $G=80\text{GPa}$。

(1) 若用刚度条件确定轴的内、外直径，则正确的是(　　)。

(A) $\varphi=\dfrac{ml}{GI_p}\times\dfrac{180}{\pi}\leqslant[\varphi]$　(B) $\varphi=\dfrac{m}{GI_p}\times\dfrac{180}{\pi}\leqslant[\varphi]$

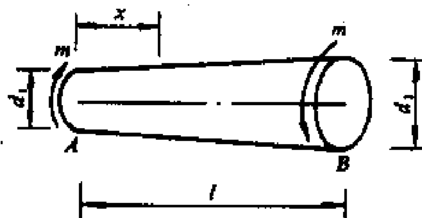
(C) $\varphi=\dfrac{ml}{GI_p}\leqslant[\varphi]$　(D) $\varphi=\dfrac{m}{GI_p}\leqslant[\varphi]$

(2) 由上面的正确结论，可得到求轴外径的式子为 $D\geqslant\sqrt[4]{\dfrac{32m\times180}{G\pi^2(1-\alpha^4)[\varphi]}}$。下列计算结果中，正确的是(　　)。

(A) $D\geqslant\sqrt[4]{\dfrac{32\times120\times10^6\times180}{80\times10^3\times\pi^2\times(1-0.8^4)\times0.25}}=49.3\text{mm}$

(B) $D\geqslant\sqrt[4]{\dfrac{32\times120\times10^6\times180\times10^3}{80\times10^3\times\pi^2\times(1-0.8^4)\times0.25}}=277\text{mm}$

(C) $D\geqslant\sqrt[4]{\dfrac{32\times120\times10^6\times180}{80\times10^9\times\pi^2\times(1-0.8^4)\times0.25}}=1.56\text{mm}$



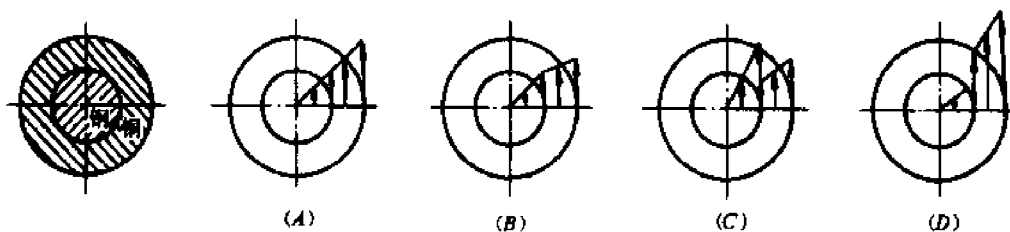
题 3—41 图

3—41 一锥形圆杆如图，承受外力偶 m 的作用，材料的切变模量为 G。x 处横截面的直径 $d(x)=$ ________，极惯性矩为 $I_p(x)=$ ________，B 截面相对于 A 截面的扭转角为 $\phi_{AB}=$ ________。

§3-4 扭转超静定问题

3—42 组合圆轴如图所示。中心部分材料为钢，切变模量 $G_1=80\text{GPa}$；外层材料为铜，切变模量 $G_2=39\text{GPa}$。两部分牢固地结合成一整体，在扭转变形时，横截面上剪应力的分布

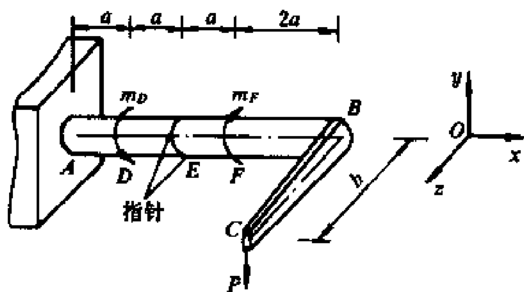
规律是(　　)。



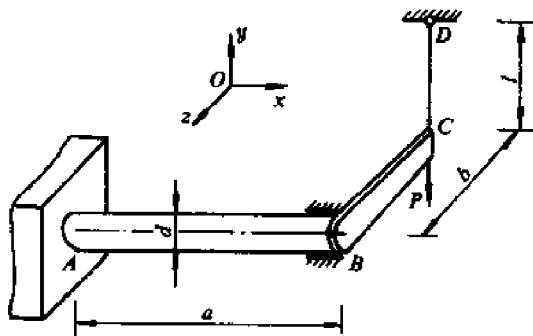
题 3—42 图

3—43　图示结构中，AB 为圆截面杆，抗扭刚度为 GI_p。在 E 截面处有一固定的指针，BC 为刚性臂。在 C 截面处作用一向下的力 P，在 D、F 截面处作用扭转力偶矩 m_D 和 m_F 时，指针和刚性臂仍保持水平。为确定 m_D 和 m_F，该题的超静定次数是________，变形协调方程是________，补充方程是________。

3—44　图示结构中，AB 圆杆的直径为 d，材料的切变模量为 G；BC 杆为刚性杆，CD 杆的横截面面积为 A，弹性模量为 E。在 P 力作用时，设 CD 杆的轴力为拉力 N，则作用于 B 截面的扭转力偶矩 m_B = ________，求轴力 N 时的变形协调方程为________。



题 3—43 图



题 3—44 图

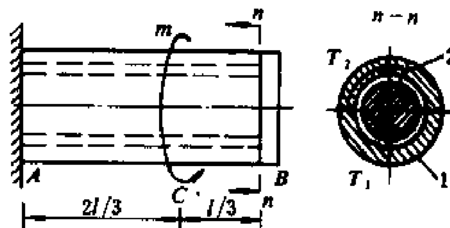
3—45　由实心杆 1 和圆管 2 构成的一次超静定组合杆，左端固定，右端固接一刚性板上，受外力偶矩 m 作用如图所示。实心杆、圆管的抗扭刚度分别是 G_1I_{p1}和 G_2I_{p2}。设 B 端 1、2 两杆横截面上的扭矩分别为 T_1 和 T_2，B 截面相对 A 截面的扭转角分别是 ϕ_{AB1}和 ϕ_{AB2}，变形协调方程为 $\phi_{AB1}=\phi_{AB2}$，则内杆的相对扭转角是 ϕ_{AB1} = ________，外管的相对扭转角是(　　)。

(A) $\phi_{AB2}=\dfrac{T_2l}{G_2I_{p2}}$

(B) $\phi_{AB2}=\dfrac{T_2l}{3G_2I_{p2}}-\dfrac{2ml}{3G_2I_{p2}}$

(C) $\phi_{AB2}=\dfrac{T_2l}{G_2I_{p2}}-\dfrac{2ml}{3G_2I_{p2}}$

(D) $\phi_{AB2}=-\dfrac{T_2l}{G_2I_{p2}}+\dfrac{2ml}{3G_2I_{p2}}$



题 3—45 图

3—46　材料相同的圆管 1 和实心杆 2 在 C 处用销钉连接在一起，切变模量为 G，极惯性矩分别为 I_{p1}和 I_{p2}，1、2 两杆销钉孔之间相差 β 角。在 1 杆 C 截面处加外力偶 m，使两杆钉孔

对准，并装上销钉，然后去掉 m，求两杆的扭矩。

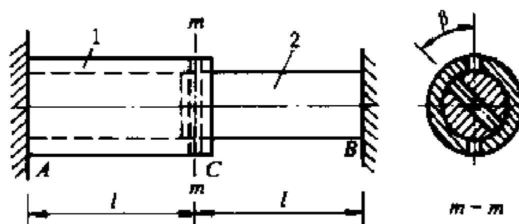
(1) 在解此问题时，设两杆 C 截面相对各自固定端的扭转角是 ϕ_{AC} 和 ϕ_{BC}（均用绝对值表示），则变形协调方程是(　　　)。

(A) $\phi_{AC}=\phi_{BC}$

(B) $\phi_{BC}-\phi_{AC}=\beta$

(C) $\phi_{AC}+\phi_{BC}=\beta$

(D) $\phi_{AC}-\phi_{BC}=\beta$



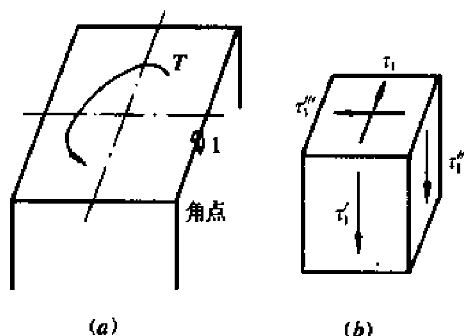
题 3—46 图

(2) 设 1、2 两杆的扭矩分别为 T_1 和 T_2，则它们之间的关系为________。

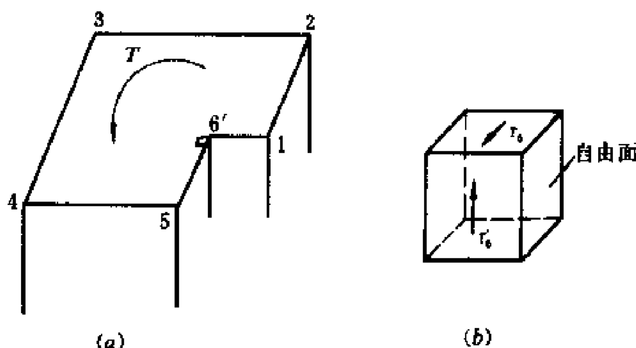
(3) $T_1=$________，$T_2=$________。

§3-5　非圆截面杆扭转

3—47　矩形截面杆自由扭转时，某横截面上扭矩为 T(图 a)。在横截面周边 1 点处，取出单元体如图(b)所示，其自由表面无外力作用，即剪应力 $\tau''_1=0$；再根据剪应力互等定理，有 $\tau'''_1=0$；因此，横截面周边上的剪应力方向应与周边__________。在四个角点处，与上面分析同理，可得四个角点处的剪应力均为__________。

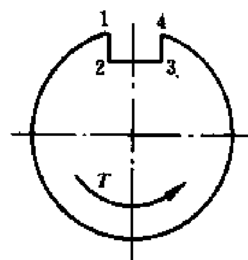


题 3—47 图



题 3—48 图

3—48　受自由扭转的等直杆如图(a)所示，其横截面的扭矩为 T，其中 1、2、3、4、5 处的角称为横截面的外棱角(或称凸角)，6 处的角称为横截面的内角(或称为凹角)。根据自由表面上无外力和剪应力互等定理，同 3—47 题的证明一样，可得外棱角处的剪应力________。从内角 6 处取出单元体(图 b)，单元体的六个面中，除图示的自由表面外，其他均为截开面，在截开面上可以存在剪应力 τ'_6，根据剪应力互等定理，则横截面上就可以有剪应力 τ_6。于是内角处的剪应力________。

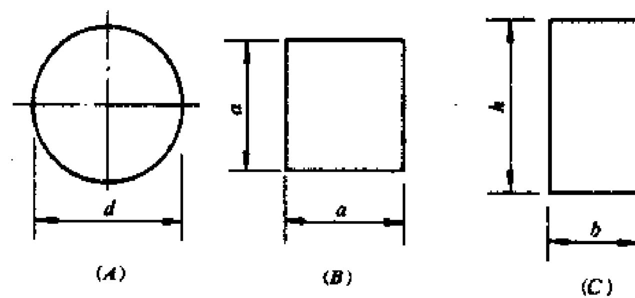


题 3—49 图

3—49　根据题 3—48 的结论，对于图示截面杆扭转时，剪应力必为零的是________点，剪应力不为零的是________点。

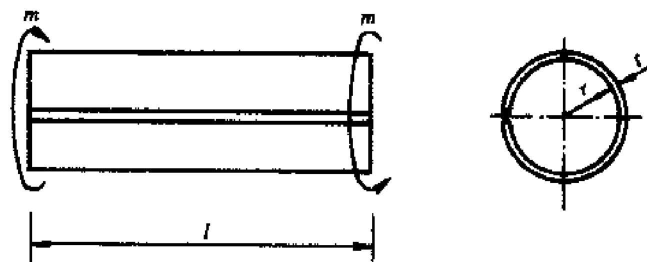
3—50　矩形截面杆受扭时，横截面周边上各点的剪应力方向是____________，τ_{max}发生在____________，四个角点处的剪应力为____________。

3—51　一受扭等截面直杆，分别采用圆形、正方形和矩形三种截面，且三种截面的横截面面积相等，其中最大剪应力值是在(　　　　　)。



题 3—51 图

3—52　一内半径为 r，厚度为 t 的开口薄壁圆筒，两端受扭矩 m 的作用，则横截面上的最大剪应力 $\tau_{max}=$________。若将筒上的纵向缝焊接成为一闭口薄壁圆筒，然后施加同样大小的扭矩 m 时，横截面上的最大剪应力为 $\tau_{max}=$________。



题 3—52 图

第四章　构件连接的实用计算

4—1　在剪切强度条件 $\tau=\frac{Q}{A}\leqslant[\tau]$ 中，下列论述中正确的有（　　）。

(A) τ 为受剪面上危险点处的剪应力。

(B) τ 为受剪面上的平均剪应力。

(C) $[\tau]$ 为材料在纯剪切应力状态时的许用剪应力。

(D) $[\tau]$ 为通过连接件的剪切破坏实验得到的材料的许用剪应力。

4—2　在挤压的强度条件 $\sigma_{bs}=\frac{P_{bs}}{A_{bs}}\leqslant[\sigma_{bs}]$ 中，下列论述中正确的有（　　）。

(A) σ_{bs} 是受挤压面上的平均挤压应力。

(B) σ_{bs} 是受挤压构件横截面上的压应力。

(C) σ_{bs} 是受挤压构件横截面上的最大挤压应力。

(D) A_{bs} 是受挤压构件横截面面积。

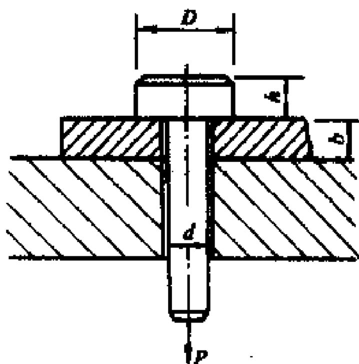
(E) A_{bs} 是构件的接触面面积。

(F) 当构件的接触面为平面时，A_{bs} 是接触面的面积；当接触面为半圆柱面时，A_{bs} 为其直径截面的面积。

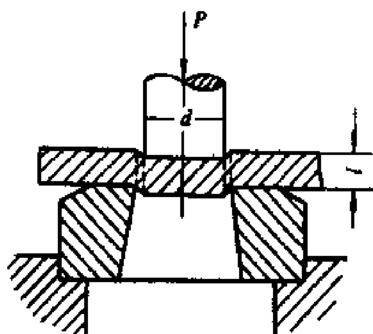
(G) $[\sigma_{bs}]$ 是材料压缩时的许用应力。

(H) $[\sigma_{bs}]$ 为通过连接件的挤压破坏实验得到的材料的许用挤压应力。

4—3　直径为 d 的拉杆穿过平板上的圆孔，受力如图所示。该拉杆的剪切面面积为________，挤压面面积为________，剪力 Q 为________，挤压力 P_{bs} 为________。



题 4—3 图



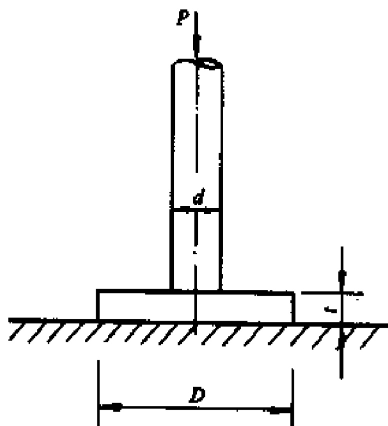
题 4—4 图

4—4　钢板厚度为 t，剪切屈服极限 τ_s，剪切强度极限 τ_b。若用冲床在钢板上冲出直径为 d 的圆孔，则冲头的冲压力应不小于（　　）。

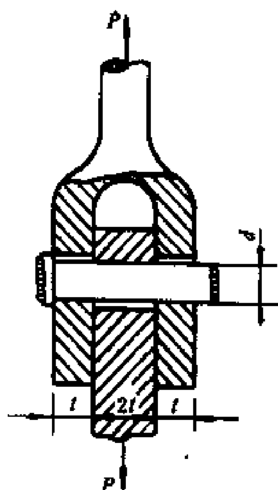
(A) $\pi dt\tau_s$　　(B) $\frac{1}{4}\pi d^2\tau_s$　　(C) $\pi dt\tau_b$　　(D) $\frac{1}{4}\pi d^2\tau_b$

4—5　直径为 d 的圆柱置于厚度为 t，直径为 $D=4d$ 的基座上，地基对基座的支反力可

认为均匀分布。圆柱受压力 P 时，基座的受剪面面积 $A=$____，受剪面上的剪应力 $\tau=$____。



题 4—5 图



题 4—6 图

4—6　起重吊钩以销钉和钩座连接。已知销钉直径 d，最大起吊重量 P。

(1) 销钉的剪应力是(　　　)。

(A) $\tau=\dfrac{4P}{\pi d^2}$　　(B) $\tau=\dfrac{2P}{\pi d^2}$　　(C) $\tau=\dfrac{P}{\pi d^2}$　　(D) $\tau=\dfrac{P}{2\pi dt}$

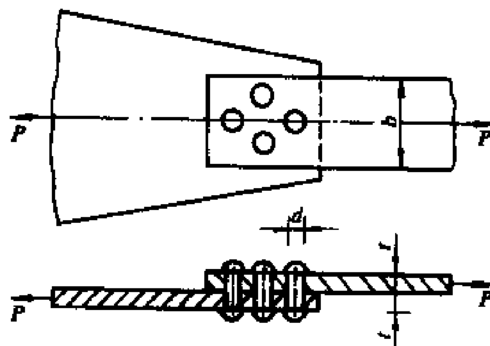
(2) 吊钩的最大挤压应力是(　　　)。

(A) $\sigma_{bs}=\dfrac{P}{\pi dt}$　　(B) $\sigma_{bs}=\dfrac{P}{2\pi dt}$　　(C) $\sigma_{bs}=\dfrac{P}{dt}$　　(D) $\sigma_{bs}=\dfrac{P}{2dt}$

4—7　拉杆用四个直径相同的铆钉固定在连接板上。拉杆横截面是宽为 b、厚为 t 的矩形。已知拉杆和铆钉的材料相同，许用剪应力为$[\tau]$，许用挤压应力为$[\sigma_{bs}]$，许用正应力为$[\sigma]$。设拉力为 P，则铆钉的剪切强度条件为(　　　)。

(A) $\dfrac{P}{\pi d^2}\leqslant[\tau]$　　(B) $\dfrac{2P}{\pi d^2}\leqslant[\tau]$

(C) $\dfrac{P}{4\pi d^2}\leqslant[\tau]$　　(D) $\dfrac{4P}{\pi d^2}\leqslant[\tau]$



题 4—7 图

4—8　续 4—7 题。拉杆的挤压强度条件为(　　　)。

(A) $\dfrac{P}{2td}\leqslant[\sigma_{bs}]$　　(B) $\dfrac{P}{4td}\leqslant[\sigma_{bs}]$

(C) $\dfrac{P}{2\pi td}\leqslant[\sigma_{bs}]$　　(D) $\dfrac{P}{4\pi td}\leqslant[\sigma_{bs}]$

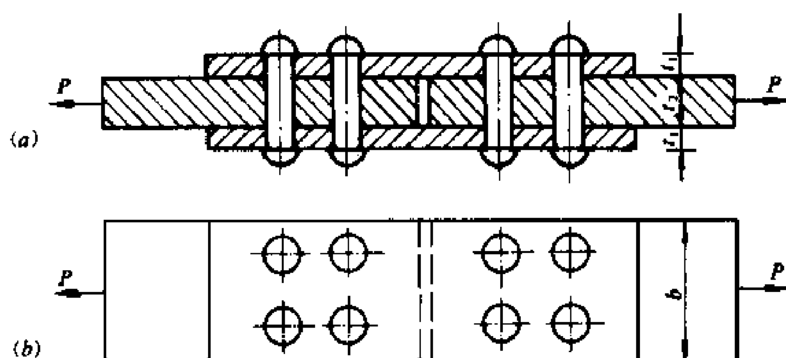
4—9　继续 4—7 题。拉杆的拉伸强度条件为(　　　)。

(A) $\dfrac{P}{bd}\leqslant[\sigma]$　　(B) $\dfrac{P}{(b-d)t}\leqslant[\sigma]$

(C) $\dfrac{2P}{2bt-\pi d}\leqslant[\sigma]$　(D) $\dfrac{3P}{4(b-2d)t}\leqslant[\sigma]$

4—10　对接铆接头如图所示。各铆钉直径 d 相等，盖板厚 t_1，主板厚 t_2，且 $t_2>2t_1$，盖板与主板材料相同。(1) 单个铆钉剪切面上的剪力 $Q=$__________，剪切面面积 $A=$__________；(2) 在进行挤压强度计算时，铆钉与孔壁的挤压力 $P_{bs}=$__________，挤压面计算面积 $A_{bs}=$__________；(3) 应取__________板进行拉伸强度计算，此时危险截面上

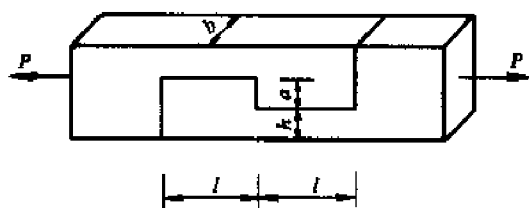
的轴力 $N=$___________,横截面面积 $A=$___________。



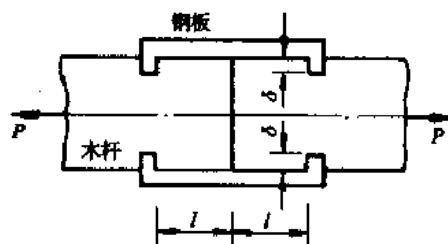
题 4—10 图

4—11 矩形截面木拉杆的接头如图所示。其剪切面面积为(　　),挤压面面积为(　　)。

(A) al　　(B) ab　　(C) bl　　(D) lh



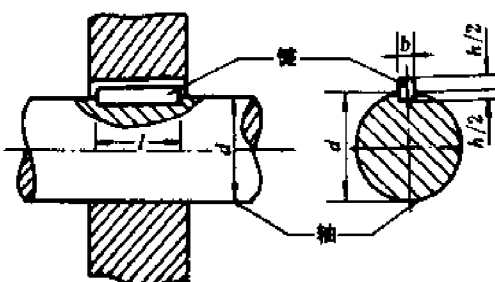
题 4—11 图



题 4—12 图

4—12 两矩形木杆,用两块钢板连接如图所示。截面宽度(垂直于纸面)为 b,其他尺寸如图所示。受拉力 P 作用时,木块的剪力 $Q=$________,剪切面面积 $A=$________;木块的挤压力 $P_{bs}=$________,挤压面面积 $A_{bs}=$________。

4—13 图示键连接中,轴的直径为 d,键的尺寸宽 b、高 h、长度 l,传递的扭矩 m。



题 4—13 图

(1) 键所承受的挤压力 P_{bs} 是(　　)。

(A) $\frac{m}{d}$　　(B) $\frac{2m}{d}$

(C) $\frac{4m}{d}$　　(D) m

(2) 在进行剪切强度计算时,剪切面面积是(　　)。

(A) hl　　(B) $\frac{1}{2}hl$　　(C) bl　　(D) $\frac{1}{2}bl$

(3) 在进行挤压强度计算时,挤压面面积是(　　)。

(A) hl　　(B) $\frac{1}{2}hl$　　(C) bl　　(D) $\frac{1}{2}bl$

第五章 弯曲内力

§5－1 平面弯曲 剪力和弯矩

5—1 平面弯曲变形的定义是(　　)。

(A) 梁弯曲变形后横截面仍保持为平面

(B) 梁弯曲变形时载荷均作用在同一平面内

(C) 梁弯曲变形后的轴线是一条平面曲线

(D) 梁弯曲变形后的轴线与载荷作用在同一平面内

5—2 当横截面上的剪力绕梁段上任一点 A 为顺时针转动时，则剪力为________；若剪力绕梁段上任一点 A 为逆时针转动时，则剪力为________。



题5—2图

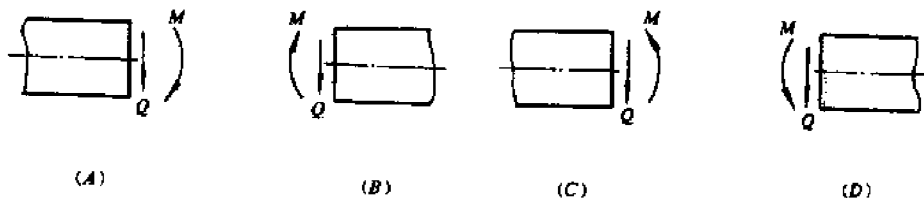
5—3 正弯矩使所在横截面处梁微段的弯曲变形是(　　)。

(A) 上凸下凹　　(B)上凹下凸

5—4 负弯矩使所在横截面处梁微段的弯曲变形是(　　)。

(A) 上凸下凹　　(B)上凹下凸

5—5 在图示四种情况下，横截面上剪力 Q 和弯矩 M 均为负的是(　　)。



题5—5图

5—6 若水平直梁上的某一外力在指定横截面上产生正的剪力，则该外力应是位于指定横截面的(　　)。

(A) 右侧，向上　(B) 右侧，向下　(C) 左侧，向上　(D) 左侧，向下

5—7 若水平直梁上某一外力在指定横截面上产生负的剪力，则该外力应是位于指定横截面的(　　)。

(A) 右侧，向上　(B) 右侧，向下　(C) 左侧，向上　(D) 左侧，向下

5—8 若水平直梁上的某一外力在指定横截面上产生正的弯矩，则该外力应是位于指定横截面的(　　)。

(A) 右侧，向上　(B) 右侧，向下　(C) 左侧，向上　(D) 左侧，向下

5—9 若水平直梁上的某一外力偶在指定横截面上产生正的弯矩，则该外力偶应是位于

该指定横截面的(　　)。

(A) 右侧,顺时针转向　　(B) 右侧,逆时针转向

(C) 左侧,顺时针转向　　(D) 左侧,逆时针转向

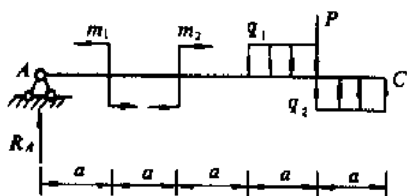
5—10　截取某水平直梁 C 截面左段梁的分离体如图所示,则 C 截面上的剪力和弯矩分别是(　　)。

(A) $Q=-R_A+P+q_1a-q_2a, M=-5R_Aa+m_1-m_2+Pa+1.5q_1a^2-0.5q_2a^2$

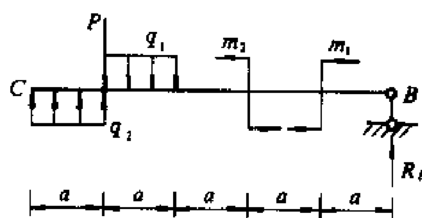
(B) $Q=-R_A-P-q_1a+q_2a, M=-5R_Aa-m_1+m_2+Pa-1.5q_1a^2+0.5q_2a^2$

(C) $Q=R_A-P-q_1a+q_2a, M=5R_Aa-m_1+m_2-Pa-1.5q_1a^2+0.5q_2a^2$

(D) $Q=R_A+P+q_1a-q_2a, M=5R_Aa+m_1-m_2-Pa-1.5q_1a^2+0.5q_2a^2$



题 5—10 图



题 5—11 图

5—11　截取某水平直梁 C 截面右段梁的分离体如图所示,则 C 截面上的剪力和弯矩分别是(　　)。

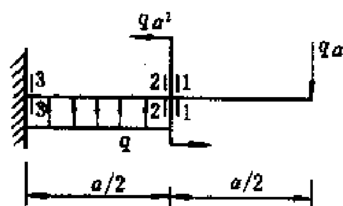
(A) $Q=-R_B+P+q_1a-q_2a, M=5R_Ba-Pa-1.5q_1a^2+0.5q_2a^2-m_1+m_2$

(B) $Q=R_B-P-q_1a+q_2a, M=-5R_Ba+Pa+1.5q_1a^2-0.5q_2a^2+m_1-m_2$

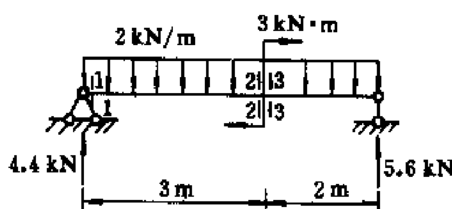
(C) $Q=-R_B-P-q_1a-q_2a, M=5R_Ba+Pa+1.5q_1a^2+0.5q_2a^2+m_1+m_2$

(D) $Q=R_B+P+q_1a+q_2a, M=-5R_Ba-Pa-1.5q_1a^2+0.5q_2a^2-m_1+m_2$

5—12　图示悬臂梁 1—1、2—2 和 3—3 横截面上的剪力和弯矩分别是 $Q_1=$______, $M_1=$______; $Q_2=$______, $M_2=$______; $Q_3=$______, $M_3=$______。



题 5—12 图



题 5—13 图

5—13　简支梁的外力和支座反力如图所示。1—1、2—2 和 3—3 横截面上的剪力和弯矩分别是 $Q_1=$______, $M_1=$______; $Q_2=$______, $M_2=$______; $Q_3=$______, $M_3=$______。

5—14　受线性分布载荷作用的简支梁及支座反力如图所示。1—1 和 2—2 横截面上的剪力和弯矩是(　　)。

(A) $Q_1=\frac{1}{2}q_0a, M_1=\frac{9}{4}q_0a^2, Q_2=-q_0a, M_2=q_0a^2$

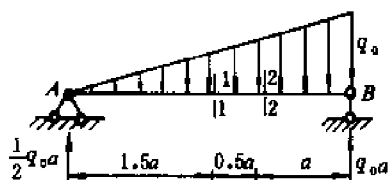
(B) $Q_1=\frac{1}{2}q_0a, M_1=\frac{9}{4}q_0a^2, Q_2=\frac{1}{2}q_0a, M_2=q_0a^2$

(C) $Q_1=\frac{1}{2}q_0a, M_1=\frac{9}{4}q_0a^2, Q_2=2q_0a, M_2=q_0a^2$

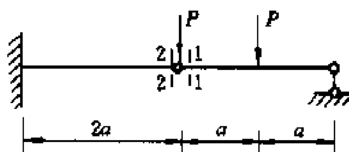
(D) $Q_1=\frac{1}{8}q_0a, M_1=\frac{9}{16}q_0a^2, Q_2=-\frac{1}{6}q_0a, M_2=\frac{5}{9}q_0a^2$

5—15　具有中间铰的梁受力如图所示。其 1—1 和 2—2 横截面上的剪力和弯矩分别是

$Q_1 =$ ______ $, M_1 =$ ______ $; Q_2 =$ ______ $, M_2 =$ ______。



题 5—14 图



题 5—15 图

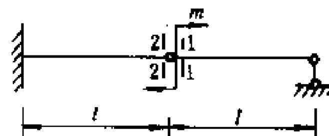
5—16　具有中间铰的梁受集中力偶 m 作用如图所示。其 1—1 和 2—2 横截面上的剪力和弯矩分别是(　　)。

(A) $Q_1 = 0, M_1 = m, Q_2 = 0, M_2 = 0$

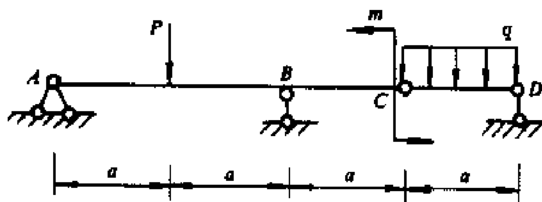
(B) $Q_1 = 0, M_1 = \frac{m}{2}, Q_2 = 0, M_2 = \frac{m}{2}$

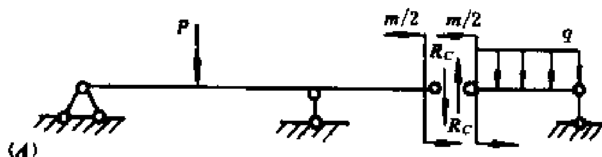
(C) $Q_1 = -\frac{m}{l}, M_1 = m, Q_2 = -\frac{m}{l}, M_2 = 0$

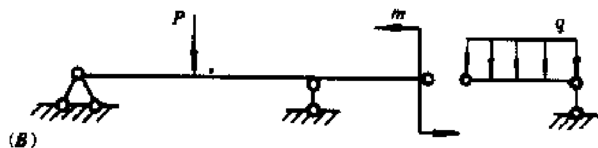
(D) $Q_1 = 0, M_1 = 0, Q_2 = \frac{m}{l}, M_2 = -m$

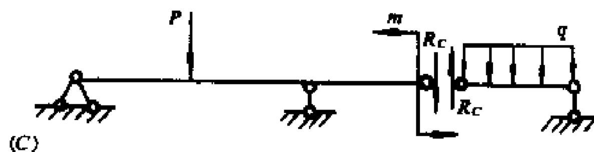


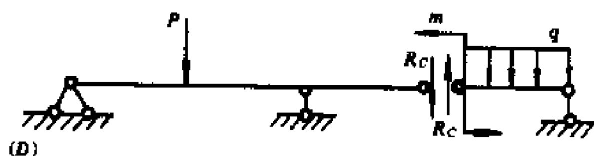
题 5—16 图











题 5—17 图

5—17　具有中间铰的梁受力如图所示。在求支座反力时,正确的受力图是(　　)。

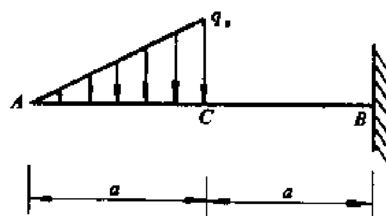
5—18　图示悬臂梁 B 横截面上的剪力和弯矩是(　　)。

(A) $Q=q_0a, M=-\frac{4}{3}q_0a^2$

(B) $Q=-q_0a, M=-\frac{4}{3}q_0a^2$

(C) $Q=\frac{1}{2}q_0a, M=-\frac{2}{3}q_0a^2$

(D) $Q=-\frac{1}{2}q_0a, M=-\frac{2}{3}q_0a^2$



题 5—18 图

§5-2　荷载集度、剪力和弯矩间的关系　剪力图和弯矩图

5—19　在梁的集中力 P 作用处,(　　)。

(A) Q 图有突变,M 图光滑连续　　(B) Q 图有突变,M 图有尖角

(C) Q 图无突变,M 图有突变　　(D) Q 图无突变,M 图有尖角

在集中力 P 作用处两侧横截面上剪力的突变值为______。

5—20　在梁的集中力偶 m 作用处,(　　)。

(A) Q 图有突变,M 图无变化　　(B) Q 图有尖角,M 图有突变

(C) Q 图无变化,M 图有突变　　(D) Q 图有尖角,M 图无突变

在集中力偶 m 作用处两侧横截面上弯矩的突变值为______。

5—21　梁在某截面处的剪力 $Q=0$ 时,则该截面处弯矩为(　　)。

(A) 极值　　(B) 零值　　(C) 最大值　　(D)最小值

5—22　在梁的某一段上无荷载作用时,则该梁段上的 Q 图是一条(　　),M 图一般是一条(　　)。

(A)水平直线　　(B)斜直线

(C)上凸抛物线　　(D)下凸抛物线

5—23　在梁的某一段上有均匀分布向下的荷载作用时,则该梁段上的 Q 图是一条(　　),M 图是一条(　　)。

(A)水平直线　　(B)向右下斜直线

(C)向左下斜直线 (D)上凸抛物线

(E)下凸抛物线

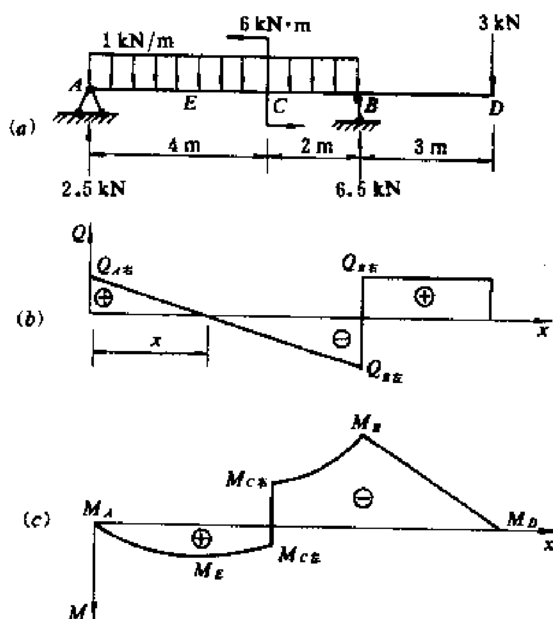
5—24　在梁的某一段上有均匀分布向上的荷载作用时,则该梁段上的 Q 图是一条(　　),M 图是一条(　　)。

(A) 水平直线　　(B) 向右下斜直线

(C) 向左下斜直线 (D) 上凸抛物线

(E) 下凸抛物线

5—25　外伸梁的剪力图和弯矩图的形



题 5—25 图

状如图所示。其控制截面上的剪力、弯矩分别是：$Q_{A右}$ = ______，$Q_{B左}$ = ______，$Q_{B右}$ = ______，x = ______（$Q=0$ 的截面位置），M_A = ______，M_E = ______（极值弯矩），$M_{C左}$ = ______，$M_{C右}$ = ______，M_B = ______，M_D = ______。

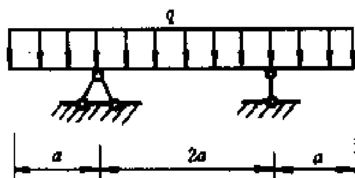
5—26　外伸梁受均匀分布荷载作用，如图所示。根据对称性原理，有(　　)。

(A) 在中央横截面上，$Q\neq0, M=0$；Q 图对称，M 图反对称

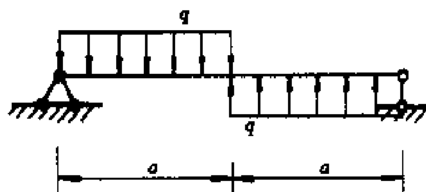
(B) 在中央横截面上，$Q=0, M\neq0$；Q 图反对称，M 图对称

(C) 在中央横截面上，$Q\neq0, M\neq0$；Q、M 图均反对称

(D) 在中央横截面上，$Q=0, M=0$；Q、M 图均对称



题 5—26 图



题 5—27 图

5—27　简支梁所受均匀分布荷载是关于跨中截面反对称的，因此有(　　)。

(A) 跨中横截面上 $Q=0, M\neq0$；Q 图反对称，M 图对称

(B) 跨中横截面上 $Q=0, M=0$；Q 图对称，M 图对称

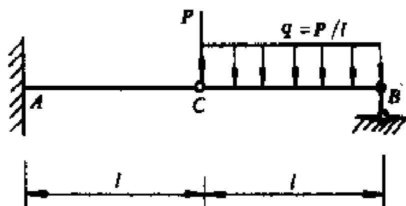
(C) 跨中横截面上 $Q\neq0, M=0$；Q 图对称，M 图反对称

(D) 跨中横截面上 $Q\neq0, M\neq0$；Q 图反对称、M 图反对称

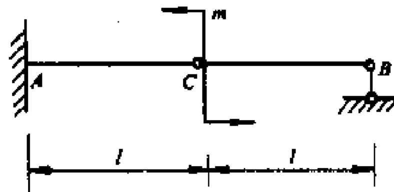
5—28　具有中间铰的静定梁如图所示。若将集中力 P 从铰链 C 的右侧移至左侧时，梁的(　　)。

(A) Q 图不变，M 图变化　　(B) Q、M 图均不变

(C) Q 图变化，M 图不变　　(D) Q、M 图均变化



题 5—28 图



题 5—29 图

5—29　具有中间铰的静定梁如图所示。若将集中力偶 m 从铰链 C 的右侧移至左侧时，则梁的(　　)。

(A) Q 图不变，M 图变化　　(B) Q 图变化，M 图不变

(C) Q、M 图均变化　　(D) Q、M 图均不变

5—30　设梁的剪力图如图所示。

(1) 梁的 AB 段上是(　　)。

(A) 均布向下的荷载　　(B) 均布向上的荷载　　(C) 无荷载

(2) 梁的 BC 段上是(　　)。

(A) 均布向下的荷载　　(B) 均布向上的荷载　　(C) 无荷载

(3) 梁的 CD 段上是(　　　)。

(A) 均布向下的荷载　(B) 均布向上的荷载　(C) 无荷载

(4) 作用于梁上 B 截面处的集中力是(　　　)。

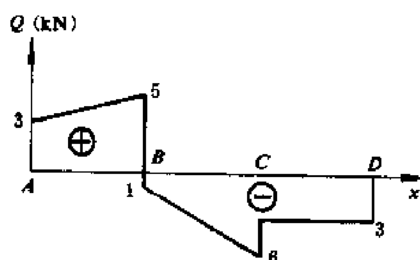
(A) 大小为 5kN,方向向下　(B) 大小为 5kN,方向向上

(C) 大小为 6kN,方向向下　(D) 大小为 6kN,方向向上

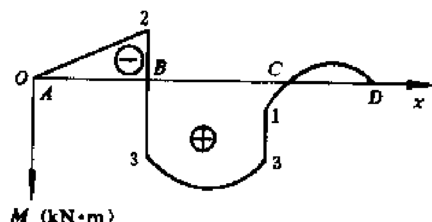
(5) 作用于梁上 C 截面处的集中力为(　　　)。

(A) 大小为 6kN,方向向上　(B) 大小为 6kN,方向向下

(C) 大小为 3kN,方向向上　(D) 大小为 3kN,方向向下



题 5—30 图



题 5—31 图

5—31　某梁的弯矩图如图所示,其中曲线段均为二次抛物线。

(1) 梁的 AB 段上是(　　　)。

(A) 均布向上的荷载　(B) 均布向下的荷载　(C) 无荷载

(2) 梁的 BC 段上是(　　　)。

(A) 均布向上的荷载　(B) 均布向下的荷载　(C) 无荷载

(3) 梁的 CD 段上是(　　　)。

(A) 均布向上的荷载　(B) 均布向下的荷载　(C) 无荷载

(4) 在梁的 B 截面处,有(　　　)。

(A) 大小为 2kN·m,顺时针转向的集中力偶

(B) 大小为 2kN·m,逆时针转向的集中力偶

(C) 大小为 5kN·m,顺时针转向的集中力偶

(D) 大小为 5kN·m,逆时针转向的集中力偶

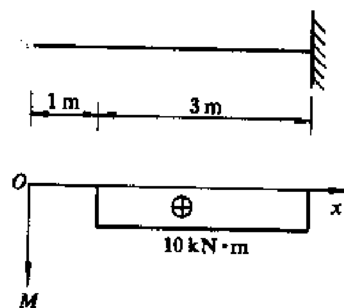
(5) 在梁的 C 截面处,有(　　　)。

(A) 大小为 3kN·m,顺时针转向的集中力偶

(B) 大小为 3kN·m,逆时针转向的集中力偶

(C) 大小为 2kN·m,顺时针转向的集中力偶

(D) 大小为 2kN·m,逆时针转向的集中力偶



题 5—32 图

5—32　右端固定的悬臂梁及梁的弯矩图如图所示。梁的受载是(　　　)。

(A) 在 $x=1\text{m}$ 处,有一顺时针方向的外力偶 $m=10\text{kN·m}$ 作用

(B) 在 $x=1\text{m}$ 处,有一逆时针方向的外力偶 $m=10\text{kN·m}$ 作用

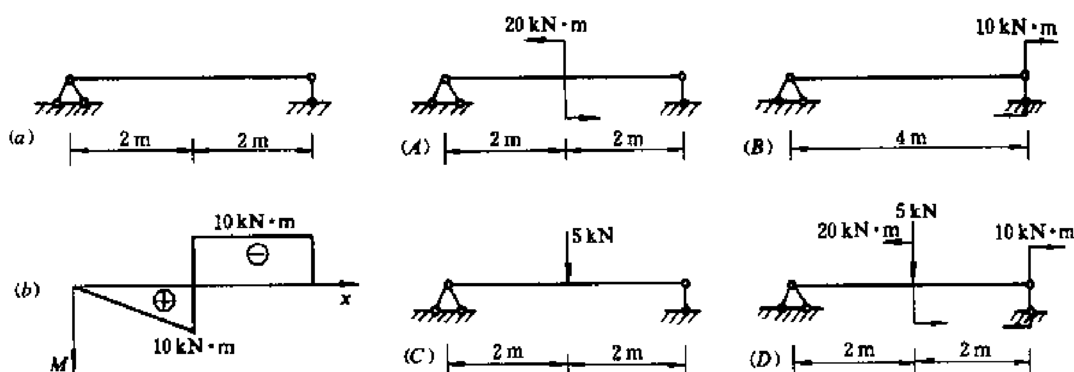
(C) 在自由端处,有一向上的集中力 $P=10\text{kN}$ 作用

(D) 在全梁有均布向上的分布力 $q=10\text{kN/m}$ 作用

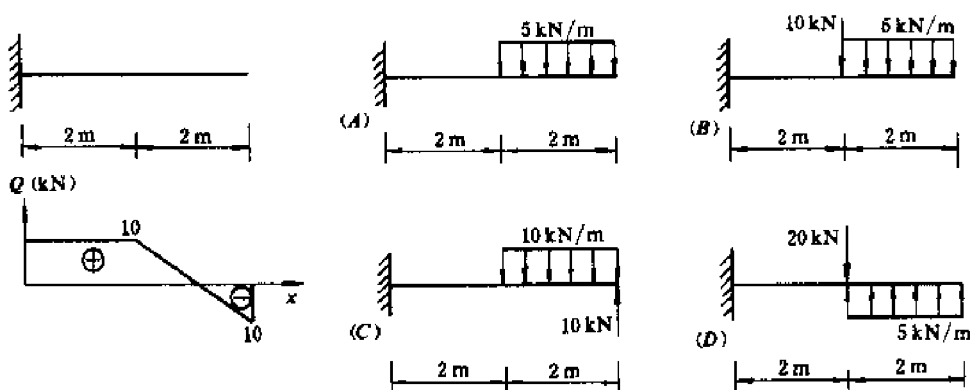
5—33　简支梁及其弯矩图如图(a)、(b)所示。梁的受载情况是(　　　)。

5—34　左端固定的悬臂梁所受荷载中没有外力偶矩,梁的剪力图如图所示。梁的受载情

况是(　　　)。

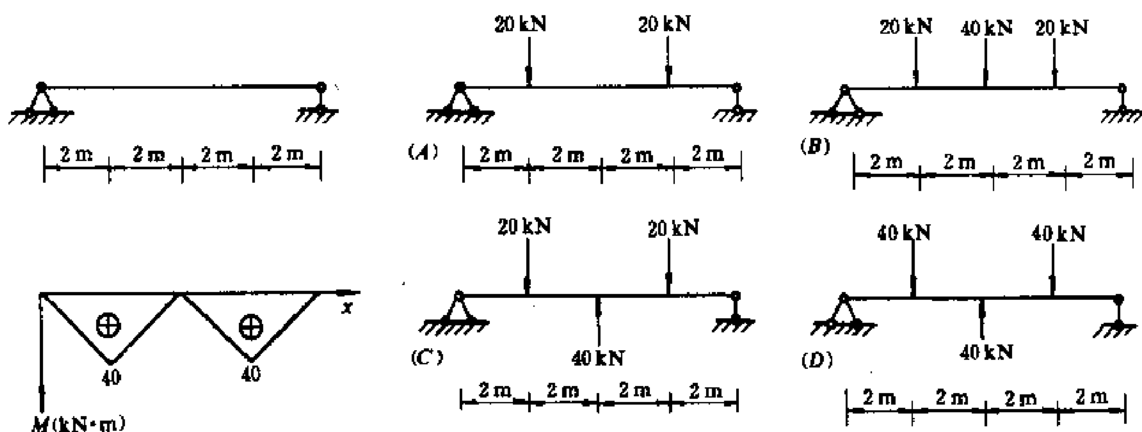


题5—33图



题5—34图

5—35　简支梁及其弯矩图如图所示。梁的受载情况是(　　　)。



题5—35图

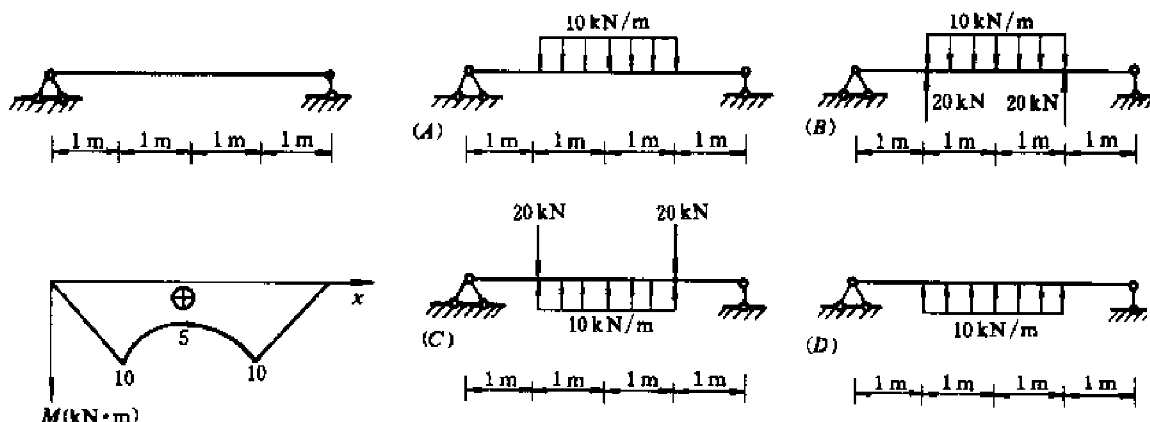
5—36　简支梁及其弯矩图如图所示，其中曲线为二次抛物线。梁的受载情况是(　　　)。

5—37　试根据弯矩、剪力与荷载集度之间的关系，指出下列各题 Q 图、M 图中的错误，并加以改正。

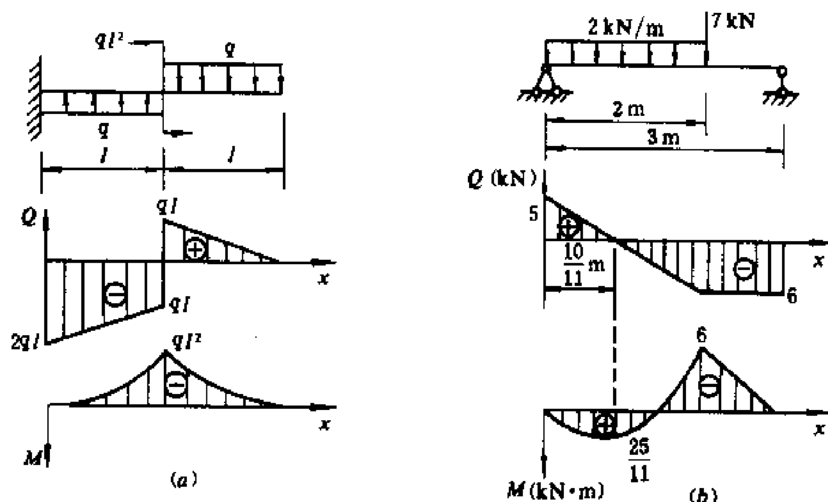
5—38　受均布荷载作用的外伸梁如图所示。从弯矩方面考虑，使梁的两支座间距离合理

的 a 值为(　　)。

(A) 0　　(B) 0.21l　　(C) 0.25l　　(D) 0.3l



题 5—36 图



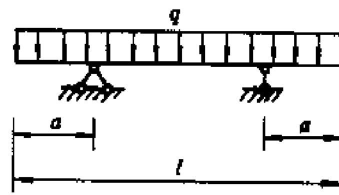
题 5—37 图

5—39　图示梁中，C 截面处为中间铰。

(1) 取 CB 段为分离体，可得 B、C 截面处的支反力 R_B = ________，R_C = ________。

(2) CB 段的 Q 图关于 D 截面是________的，M 图关于 D 截面是________的；D 截面的剪力 Q_D = ________，弯矩 M_D = ________。

(3) 画出整个梁的 Q 图和 M 图。



题 5—38 图

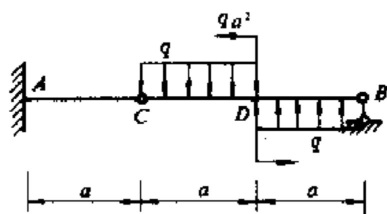
5—40　图示梁中，C 截面处为中间铰。

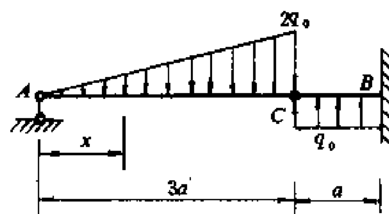
(1) 取 AC 段为分离体，可得 A、C 截面处的支反力 R_A = ________，R_C = ________。

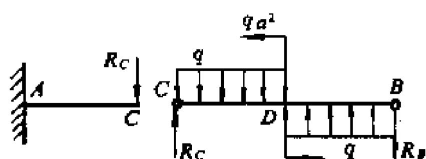
(2) AC 段的剪力方程 $Q(x)$ = ________；当 $Q(x_0)=0$ 时，x_0 = ________。

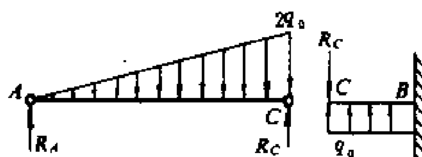
(3) 画出整个梁的 Q 图和 M 图。

5—41　根据 q、Q、M 之间的微分关系及对称性的概念，判断图示梁的 Q 图为(　　)，M 图为(　　)。



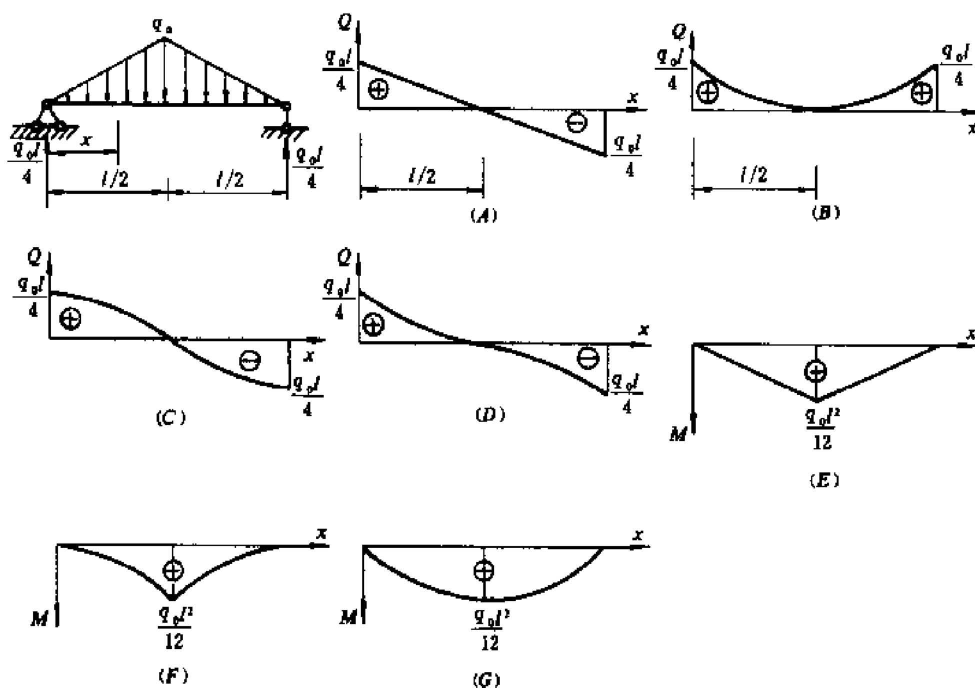






题 5—39 图

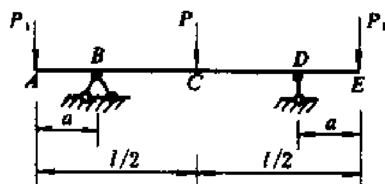
题 5—40 图



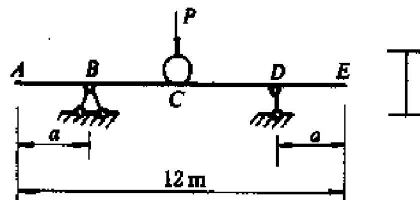
题 5—41 图

5—42　图示外伸梁，已知 P、l、a。使梁的最大弯矩值（绝对值）为最小时，$P_1 =$ ________。

5—43　工字钢外伸梁上作用可移动的荷载 P，如图所示。使梁的最大弯矩值（绝对值）为最小时，$a =$ ________。



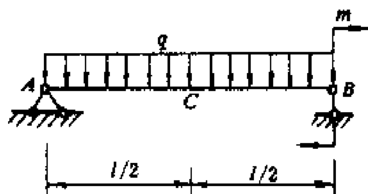
题 5—42 图



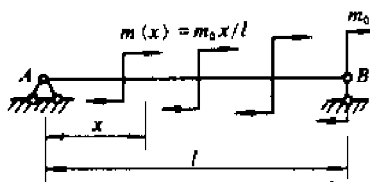
题 5—43 图

5—44　图示梁 C 截面的弯矩 $M_C =$ ________。为使 $M_C = 0$，则 $m =$ ________；为使全梁

不出现正弯矩，则 $m \geqslant$ ________。



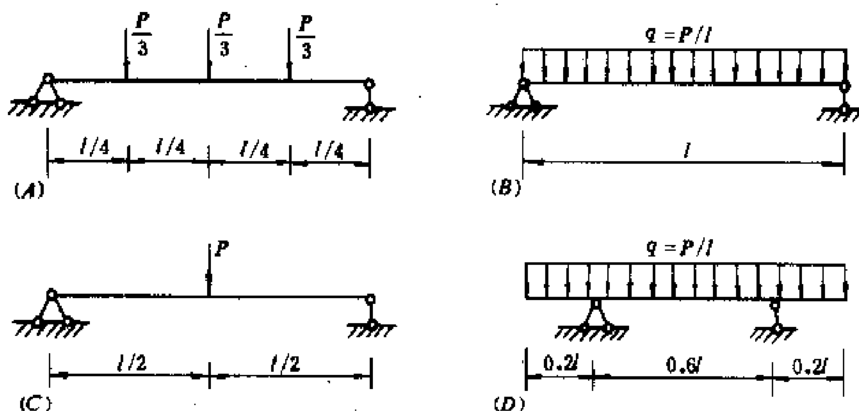
题 5—44 图



题 5—45 图

5—45 图示梁受分布力偶作用，其值沿轴线线性分布。支座 A、B 处的支反力 $R_A=$ ________，$R_B=$ ________，弯矩方程 $M(x)=$ ________，$|M_{max}|$ 发生在 $x=$ ________ 处，$|M_{max}|=$ ________。

5—46 图示各梁的跨长 l、荷载 P 均分别相同。最大弯矩值为最小的是(　　)。



题 5—46 图

5—47 试作图示悬臂梁的剪力图、弯矩图。这时$\frac{dM(x)}{dx}=Q(x)$的关系是否成立？为什么？

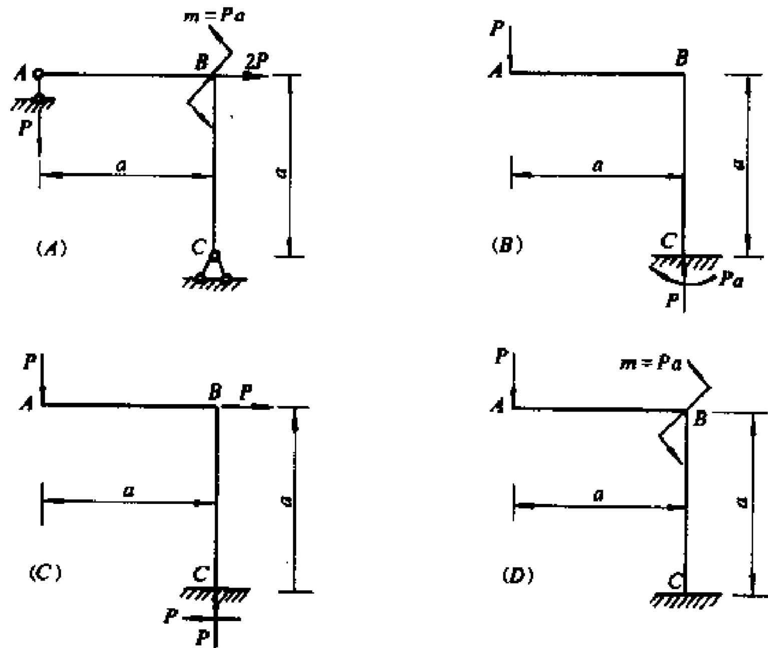


题 5—47 图

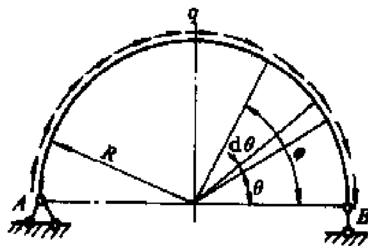
§5-3 平面刚架和曲杆的内力图

5—48 图示刚架中，AB 杆 B 截面上的弯矩与 CB 杆 B 截面上的弯矩值相等的为(　　)，AB 杆 B 截面上的弯矩与 CB 杆 B 截面上的弯矩值之差为 Pa 的为(　　)。

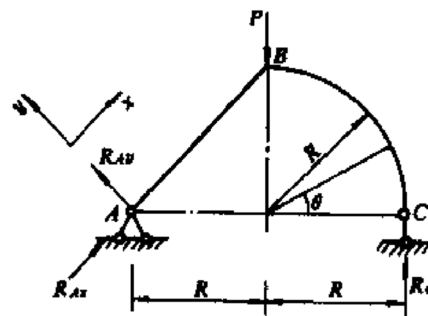
5—49 图示半圆形曲杆，沿弧长受均匀分布，方向和弧线相切的荷载 q 作用。B 支座处的支反力 $R_B=$ ________，轴力方程 $N(\varphi)=$ ________，剪力方程 $Q(\varphi)=$ ________，弯矩方程 $M(\varphi)=$ ________。



题 5—48 图



题 5—49 图



题 5—50 图

5—50　图示结构由直杆 AB 和曲杆 BC 在 B 点刚接而成。

(1) 曲杆 BC 的剪力方程 $Q(\theta)=$_______，弯矩方程 $M(\theta)=$_______。

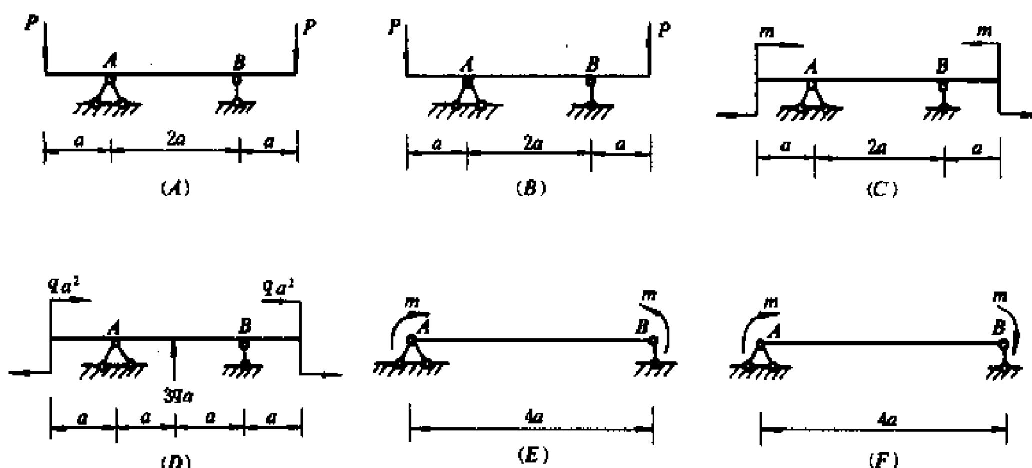
(2) 支座 A 处沿 x、y 方向的支反力 $R_{Ax}=$_______，$R_{Ay}=$_______。

(3) 画出该结构的 Q 图和 M 图。

第六章 弯曲应力

§6-1 弯曲正应力

6—1 下列各梁中，AB 段为纯弯曲的有(　　　)。



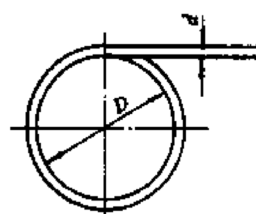
题 6—1 图

6—2 梁在弹性范围内发生平面弯曲时，其中性轴一定是(　　　)。

(A) 截面的形心轴　　(B) 截面的对称轴

(C) 截面的主惯性轴　(D) 截面的形心主惯性轴

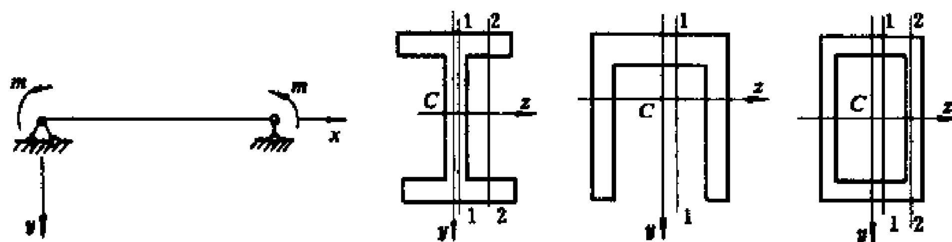
6—3 厚度为 $h=1.8\text{mm}$ 的弹簧钢片，弹性模量 $E=206\text{GPa}$。若钢片卷成平均直径为 $D=1.6\text{m}$的圆环时，其变形仍是弹性，则计算钢片内最大正应力的公式是______，其 $\sigma=$______。



题 6—4 图

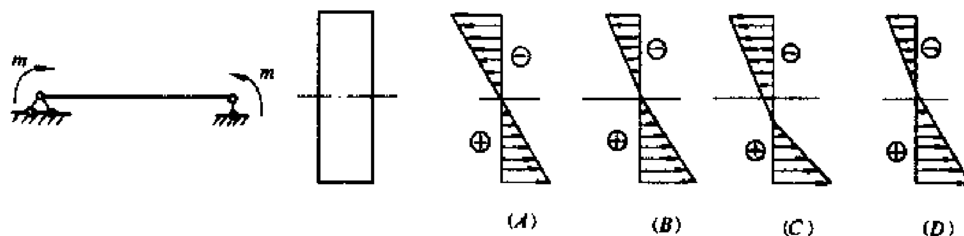
6—4 一直径为 d 的钢丝绕在直径为 D 的圆轴上，设钢丝屈服极限为 σ_s，弹性模量为 E。若要使钢丝不产生残余变形，则 $D\geqslant$ ________。

6—5 纯弯曲梁及其横截面形状如图所示，m 作用在 xy 对称平面内。试分别画出各梁横截面上的 1—1、2—2 竖线上正应力的分布图。



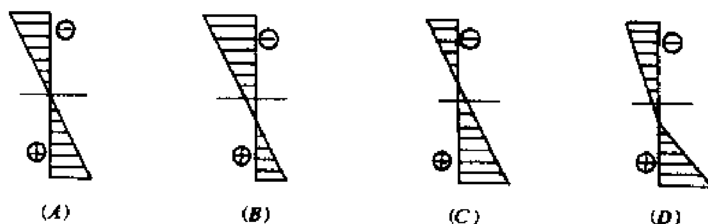
题 6—5 图

6—6　矩形截面纯弯曲梁如图所示。设材料拉伸时的弹性模量 E_t 大于压缩时的弹性模量 E_c，图示正应力的分布规律正确的为(　　)。



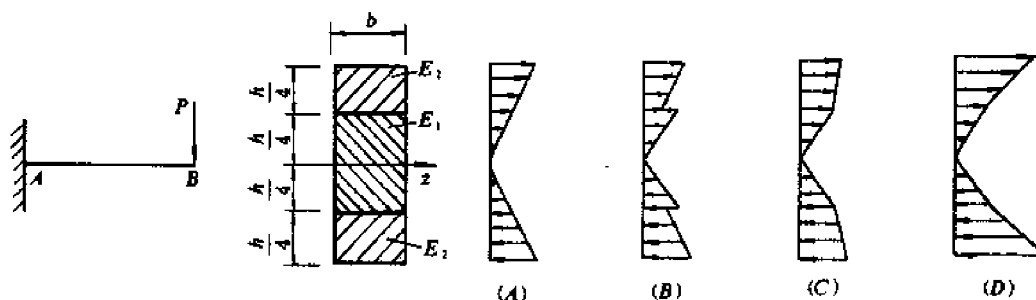
题 6—6 图

6—7　6—6 题中任一横截面纵向线应变沿高度 h 的变化规律为(　　)。



题 6—7 图

6—8　由两种材料组合成的矩形截面悬臂梁如图所示。材料弹性模量 $E_1 > E_2$，则固定端处 A 横截面上的正应力分布规律是(　　)。



题 6—8 图

6—9　下列关于圆环截面几何性质的算式中正确的有(　　)。

(A) $I_p = \frac{\pi}{64}(D^4 - d^4)$　(B) $I_p = \frac{\pi}{32}(D^4 - d^4)$　(C) $I_z = \frac{\pi}{64}(D^4 - d^4)$

(D) $I_z = \frac{\pi}{32}(D^4 - d^4)$　(E) $W_z = \frac{\pi}{32}(D^3 - d^3)$　(F) $W_z = \frac{\pi}{32D}(D^4 - d^4)$

6—10　图示箱形截面梁的抗弯截面系数为(　　)。

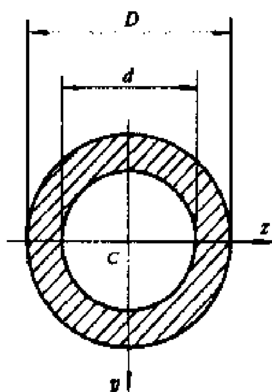
(A) $W_z = \frac{BH^2}{6} - \frac{bh^2}{6}$　(B) $W_z = \frac{1}{6H}(BH^3 - bh^3)$

(C) $W_z = \frac{1}{12H}(BH^3 - bh^3)$　(D) $W_z = \frac{BH^3}{12} - \frac{bh^3}{12}$

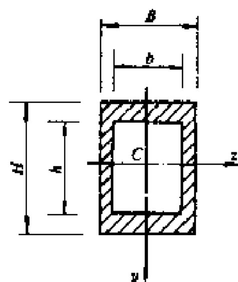
6—11　图示截面的抗弯截面系数为(　　)。

(A) $W_z = \frac{\pi d^3}{32} - \frac{bh^2}{6}$　(B) $W_z = \frac{\pi d^4}{64} - \frac{bh^3}{12}$

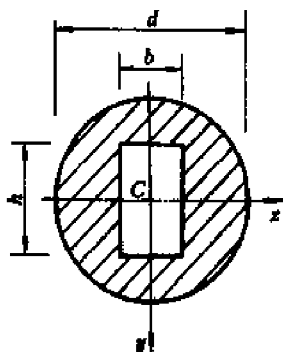
(C) $W_z=\frac{1}{d}\left(\frac{\pi d^4}{32}-\frac{bh^3}{6}\right)$　　(D) $W_z=\frac{1}{h}\left(\frac{\pi d^4}{32}-\frac{bh^3}{6}\right)$



题 6—9 图



题 6—10 图



题 6—11 图

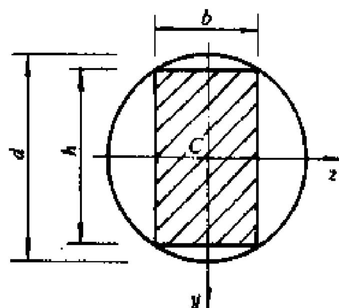


图 6—12　图

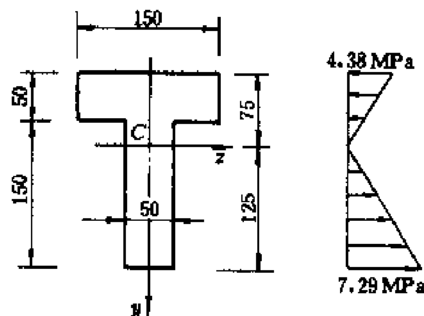
6—12　用直径为 d 的圆形木材切割出一根高 h、宽 b 的矩形截面梁，若使梁对 z 轴的抗弯截面系数为最大，则 $\frac{h}{b}$ 是(　　　)。

(A) 2.0　　(B) $\sqrt{3}$　　(C) 1.5　　(D) $\sqrt{2}$

6—13　T 形截面梁的尺寸及正应力如图所示。其横截面上的拉应力的微内力 $\sigma_t dA$ 的合力 $N_t=$________，压应力的微内力 $\sigma_c dA$ 的合力 $N_C=$________，弯矩 $M_z=$________。图中 C 为形心。

6—14　悬臂梁由两根 T 形截面叠起来放置(略去相互之间的摩擦力)，受力如图所示。任一横截面上的正应力分布规律应是(　　　)。

6—15　圆形截面悬臂梁由圆筒 B 套入实心圆杆 A 而成，略去两接触面间的摩擦力，材料弹性模量 $E_B=2E_A$。

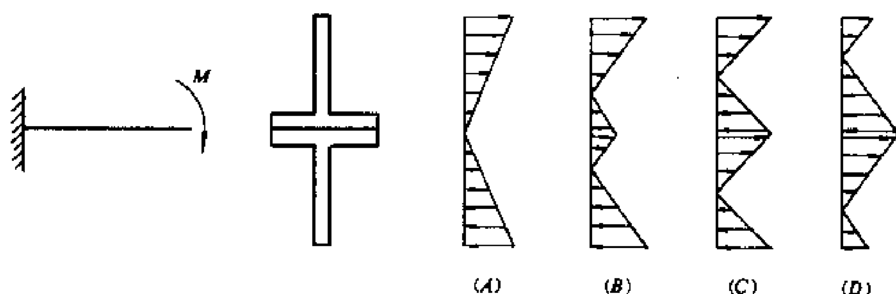


题 6—13 图

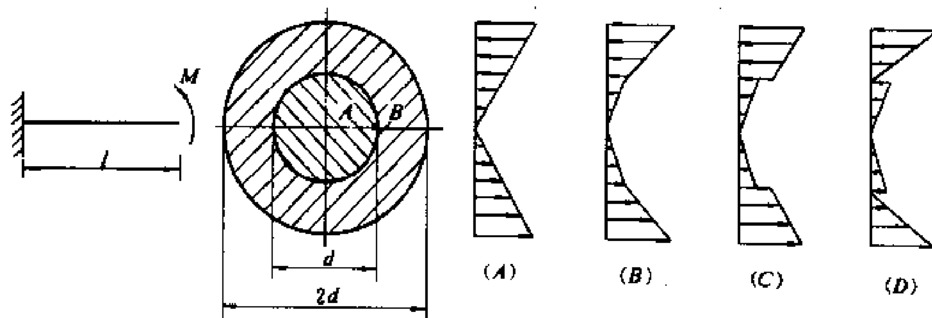
(1) 它们最大正应力的比 $\frac{\sigma_{A\max}}{\sigma_{B\max}}$ 是(　　　)。

(A) $\frac{15}{2}$　　(B) $\frac{1}{2}$　　(C) $\frac{1}{4}$　　(D) 1

(2) 任一横截面上正应力的分布规律是(　　)。



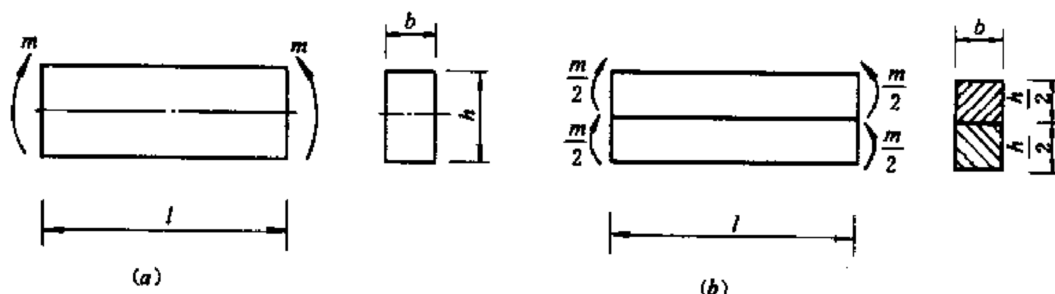
题 6—14 图



题 6—15 图

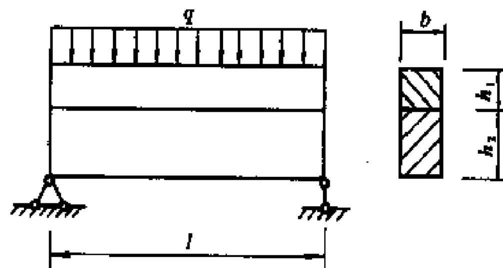
6—16　图示(a)、(b)二梁的材料、尺寸和受力分别相同。其中(a)梁为整体梁,(b)梁为无胶合的叠合梁,并且不计上、下梁间的摩擦力。二梁的曲率之比$\frac{1}{\rho_a}:\frac{1}{\rho_b}=$(　　),二梁的最大弯曲正应力之比$(\sigma_{max})_a:(\sigma_{max})_b=$(　　)。

(A) 1　(B) 1/2　(C) 1/4　(D) 1/8



题 6—16 图

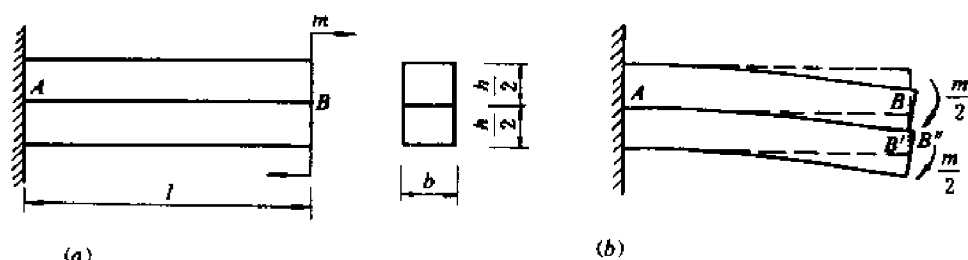
6—17　图示梁由材料相同的上、下两部分叠合而成,不计上、下两部分间的摩擦力,并可认为上、下两部分的曲率$\frac{1}{\rho(x)}$相同。上、下两部分梁所承受的弯矩之比 $M(x)_{上}:M(x)_{下}=$ ________,上、下两部分梁的最大正应力之比 $\sigma_{上max}:\sigma_{下max}=$ ________。



题 6—17 图

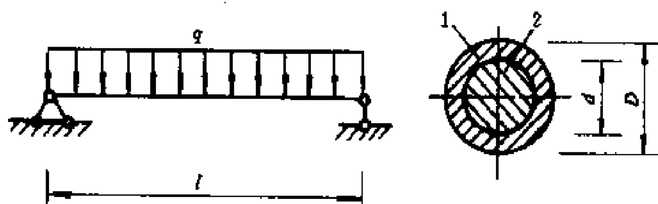
6—18　自由叠合悬臂梁的尺寸及受力如图(a)所示。材料的弹性模量均为 E。不计上、下梁间的摩擦力,上、下梁的实际受力及变形情况如图(b)所示。上部分梁沿 AB 长度的改变量 $\Delta l_{AB上}=$ ________,下部分梁沿 AB 长度的改变量 $\Delta l_{AB下}=$ ________,上、下梁变形后交界面 AB 长度之

差 $\delta=$________。



题 6—18 图

6—19 受均布荷载作用的简支梁，由圆管 1 和圆杆 2 套合而成（如图），变形后二杆仍密切接触，两杆接触面间摩擦力略去，两杆的弹性模量均为 E。设圆管和圆杆各自承担的最大弯矩分别为 M_1 和 M_2，两杆跨中横截面处的曲率 $\frac{1}{\rho_1}=$________，$\frac{1}{\rho_2}=$________；两杆承担的弯矩之比 $M_1:M_2=$________，其中，$M_1=$________，$M_2=$________。

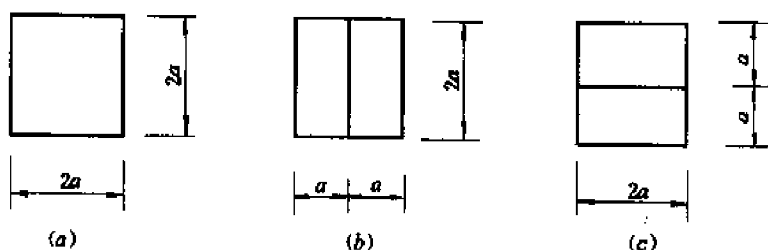


题 6—19 图

6—20 受力情况相同的三种等截面梁，分别由整块材料、两块材料并列和两块材料叠合（未粘接，并不计相互之间的摩擦力）组成，如图 (a)、(b)、(c) 所示。若用 $(\sigma_{max})_a$、$(\sigma_{max})_b$、$(\sigma_{max})_c$ 分别表示这三种梁中横截面上的最大正应力，下列结论中正确的为（　　）。

(A) $(\sigma_{max})_a<(\sigma_{max})_b<(\sigma_{max})_c$　　(B) $(\sigma_{max})_a=(\sigma_{max})_b<(\sigma_{max})_c$

(C) $(\sigma_{max})_a<(\sigma_{max})_b=(\sigma_{max})_c$　　(D) $(\sigma_{max})_a=(\sigma_{max})_b=(\sigma_{max})_c$



题 6—20 图

6—21 矩形截面简支梁分别采用图中 (a)、(b)、(c) 三种截面尺寸，其最大正应力之比为（　　）。

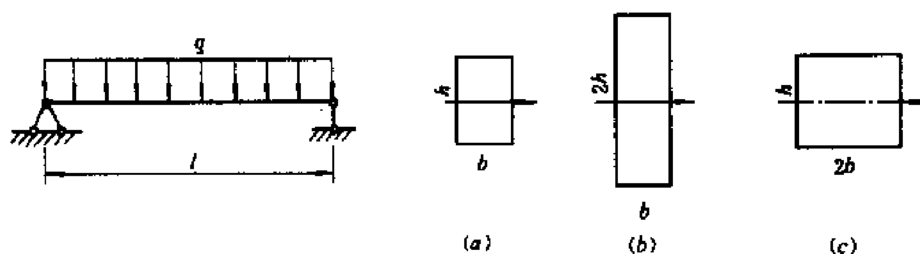
(A) $\frac{\sigma_{a\,max}}{\sigma_{b\,max}}=4$　　(B) $\frac{\sigma_{a\,max}}{\sigma_{b\,max}}=2$　　(C) $\frac{\sigma_{a\,max}}{\sigma_{b\,max}}=8$

(D) $\frac{\sigma_{a\,max}}{\sigma_{c\,max}}=2$　　(E) $\frac{\sigma_{a\,max}}{\sigma_{c\,max}}=8$　　(F) $\frac{\sigma_{a\,max}}{\sigma_{c\,max}}=4$

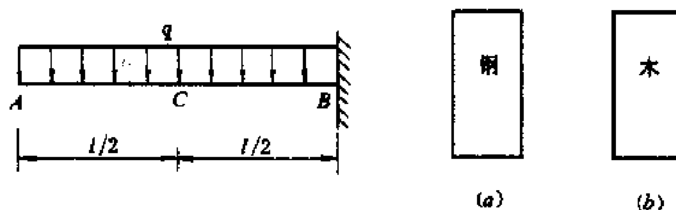
6—22 两根矩形截面悬臂梁的尺寸、载荷分别相同，材料分别为钢和木材。设二梁均在线弹性范围内变形，二梁 C 截面处的最大正应力的关系为（　　），上边缘的最大线应变的关系为（　　）。

(A) $\sigma_{a\,max}=\sigma_{b\,max}$　　(B) $\sigma_{a\,max}>\sigma_{b\,max}$　　(C) $\sigma_{a\,max}<\sigma_{b\,max}$

(D) $\varepsilon_{a\max}=\varepsilon_{b\max}$　　(E) $\varepsilon_{a\max}>\varepsilon_{b\max}$　　(F) $\varepsilon_{a\max}<\varepsilon_{b\max}$

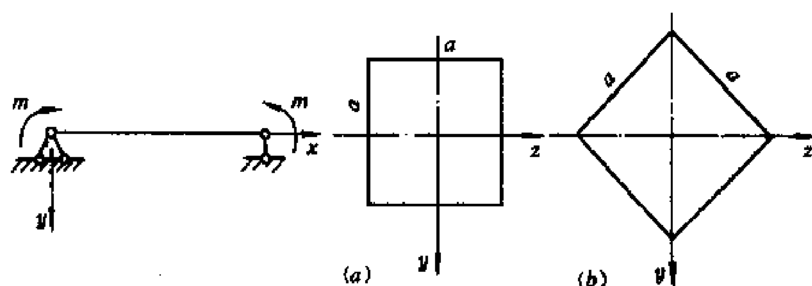


题 6—21 图



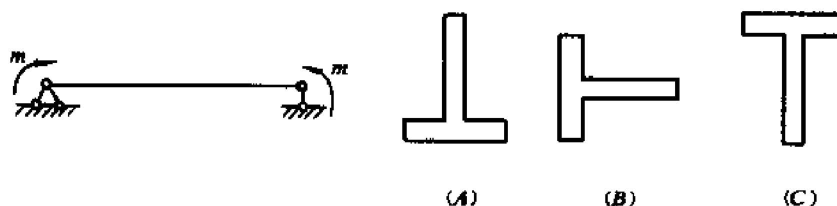
题 6—22 图

6—23　图示正方形截面简支梁在 xy 平面内纯弯曲变形时，采用如图(a)、(b)两种放置方式，其最大正应力分别为 $\sigma_{a\max}$和 $\sigma_{b\max}$。合理的放置方式是(　　　)；若使 $\sigma_{a\max}=\sigma_{b\max}$，则 $m_a/m_b=$________。



题 6—23 图

6—24　纯弯曲的 T 形截面铸铁梁，如图所示。其放置方式最合理的是(　　　)。



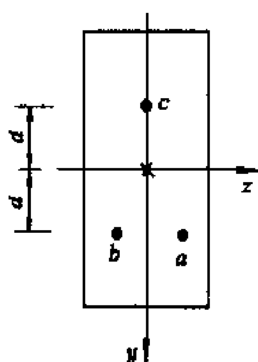
题 6—24 图

6—25　矩形截面梁在横力弯曲时，图示横截面上的弯矩不为零，z 轴为形心轴，该截面上 a、b、c 三点正应力的关系为(　　　)。

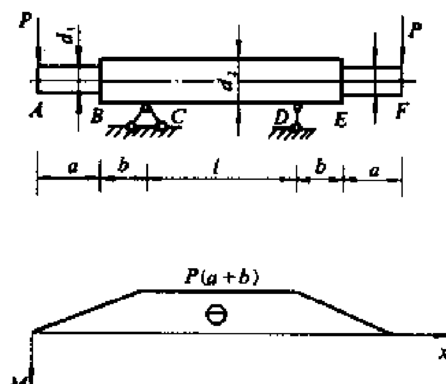
(A) $\sigma_a=\sigma_b$　　(B) $\sigma_a=\sigma_c$　　(C) $|\sigma_b|=|\sigma_c|$

6—26　同一材料制成的圆截面梁，$d_2>d_1$，受力及弯矩图如图所示。从正应力的强度条

件考虑,梁的危险截面可能为________或________截面。



题 6—25 图



题 6—26 图

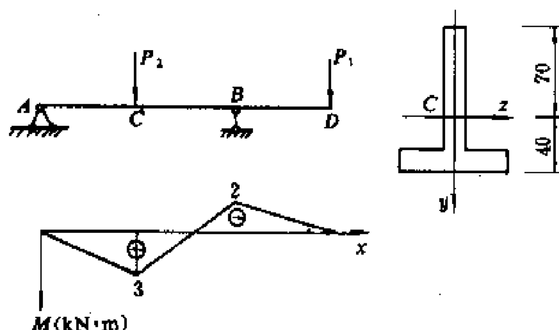
6—27 T形截面外伸梁的受载和弯矩图如图所示。z 轴为形心轴。

(1) 梁的最大拉应力发生在( ),最大压应力发生在( )。

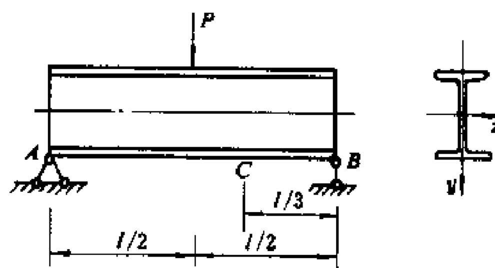
(A) B 截面的上边缘 (B) B 截面的下边缘

(C) C 截面的上边缘 (D) C 截面的下边缘

(2) 设梁的材料为灰口铸铁,许用拉应力$[\sigma_t]=30$MPa,许用压应力$[\sigma_c]=90$MPa。在对梁进行强度校核时,仅需对____截面的____边缘进行____强度校核。



题 6—27 图

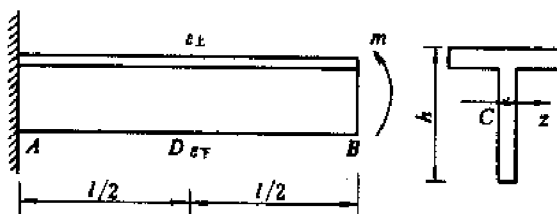


题 6—28 图

6—28 工字形截面简支梁如图所示。已知截面对中性轴 z 的抗弯截面系数 W_z、弹性模量 E 以及 C 截面下边缘的纵向线应变ϵ。设梁的变形在线弹性范围内,则作用在梁上的荷载 $P=$________。

6—29 一直径为 D_1 的圆截面梁,另一内外直径之比 $\alpha=d_2/D_2=0.9$ 的圆环截面梁,二梁的长度、材料及受力分别相同。若使二梁的最大正应力相同,则圆截面梁和圆环截面梁的重量之比 $W_1:W_2=$________。

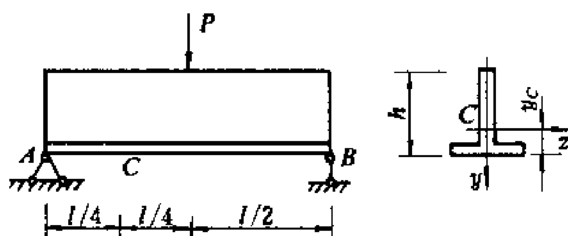
6—30 T形截面悬臂梁受力如图所示。已知截面高度 h、惯性矩 I_z 和材料的弹性模量 E,并测得 D 截面上、下边缘处的线应变 $\epsilon_上$ 和 $\epsilon_下$,则外力偶矩 $m=$________。图中 C 为形心。



题 6—30 图

6—31 T形截面梁如图所示。测得 C 截面上、下边缘处的纵向线应变分别是 $\epsilon'=$

$-0.0004, \varepsilon''=0.0002$,此截面中性轴位置 $y_C=$______。图中 z 为形心轴。

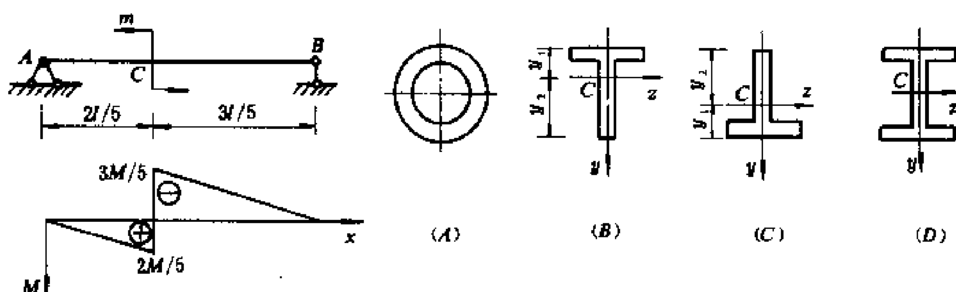


题 6—31 图

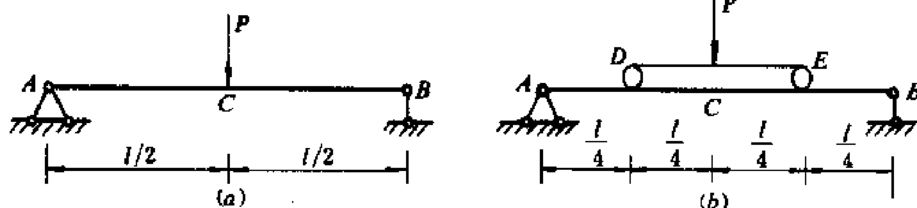
6—32 梁的材料为铸铁,可供选择的截面形状和放置方式如图所示。截面形状图中的 C 为形心,$y_2/y_1=2$,其中最佳的方案为(　　)。

6—33 简支梁 AB 的跨中 C 处受集中力 P 作用,如图(a)所示。若在 AB 梁上放置短梁 DE,并将力 P 置于短梁中点处如图(b)所示。则 AB 梁在 a、b 两种情况下的最大正应力之比 $\sigma_{a\max}/\sigma_{b\max}$ 为(　　)。

(A) 2　　(B) $\frac{1}{2}$　　(C) 4　　(D) $\frac{1}{4}$



题 6—32 图



题 6—33 图

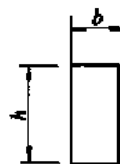
6—34 矩形截面悬臂梁受载如图所示,材料的弹性模量为 E。下列求梁上边缘纤维总伸长量 Δl 的正确计算方法是(　　)。

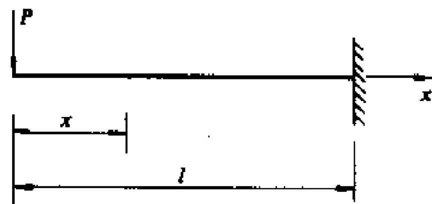
(A) $\Delta l=\int_0^l \frac{6Px}{Ebh^2}\mathrm{d}x=\frac{3Pl^2}{Ebh^2}$

(B) $\Delta l=\frac{\sigma_{\max}}{E}l=\frac{6Pl^2}{Ebh^2}$

(C) $\Delta l=\int_0^l \frac{Pl}{Ebh^2/6}\mathrm{d}x=\frac{6Pl^2}{Ebh^2}$

(D) $\Delta l=\frac{Pl/2}{Ebh^2/6}=\frac{2Pl^2}{Ebh^3}$



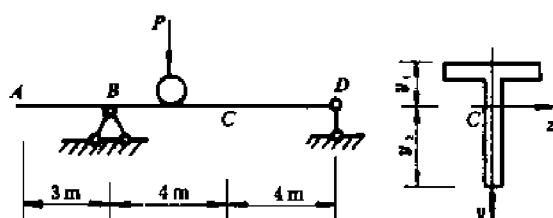


题 6—34 图

6—35 图示外伸梁受移动载荷 P 作用,z 为 T 形截面的中性轴,$y_2=2y_1$。梁内产生最大拉应力时,P 位于______截面处;梁内产生最大压应力时,P 位于______截面处。

6—36 图示 T 形截面纯弯曲梁,材料为铸铁,许用拉应力和许用压应力之比 $[\sigma_t]/[\sigma_c]=1/4$。图中 C 为形心。若使梁横截面上的拉、压应力同时达到许用应力,则 $y_1/y_2=$______,$y_1=$______;此时,水平翼缘的宽度 $b=$______。

6—37 纯弯曲梁的截面有图示五种形状，各截面的面积相等，材料均为低碳钢。当弯曲发生在竖直平面内时，从弯曲正应力强度考虑，其中最合理的为(   )，最不合理的为(   )。

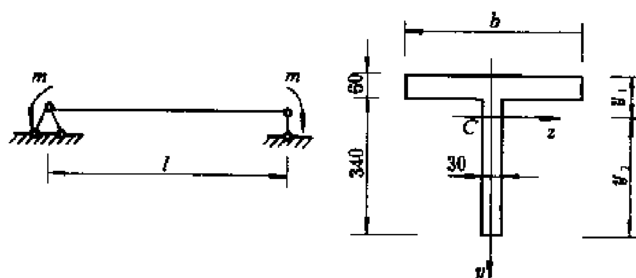


题 6—35 图

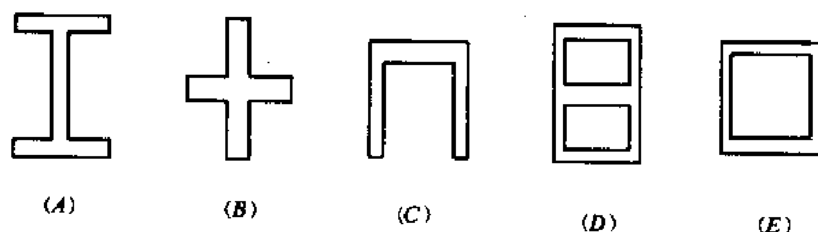
6—38 变截面悬臂梁如图所示。其宽度为 b，高度沿梁长线性变化，在自由端处为 h，在固定端处为 $3h$。

(1) x 截面处的横截面高度 $h(x)=$______，抗弯截面系数 $W(x)=$______，最大正应力 $\sigma(x)=$______。

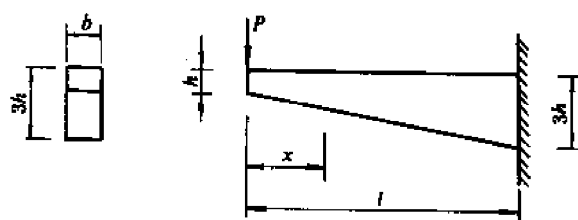
(2) 梁的危险截面在 $x=$______处，最大正应力 $\sigma_{max}=$______。



题 6—36 图



题 6—37 图



题 6—38 图

§6-2 弯曲剪应力

6—39 在题 6—25 中，a、b、c 三点剪应力的关系为(   )

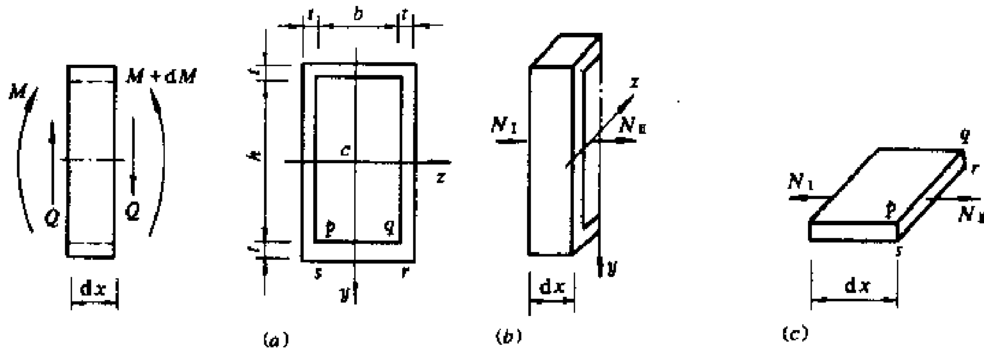
(A) $\tau_a=\tau_b=\tau_c$　(B) $\tau_a\neq\tau_b$　(C) $\tau_a\neq\tau_c$　(D) $\tau_b\neq\tau_c$

6—40 从薄壁箱形截面梁取出 dx 微段如图(a)所示。已知弯矩 M、剪力 Q 和截面对中性轴 z 的惯性矩 I_z。

(1) 从 dx 微段中截取左半部分(图 b)进行分析时，其 N_{I} 和 N_{II} 的关系为______，横截

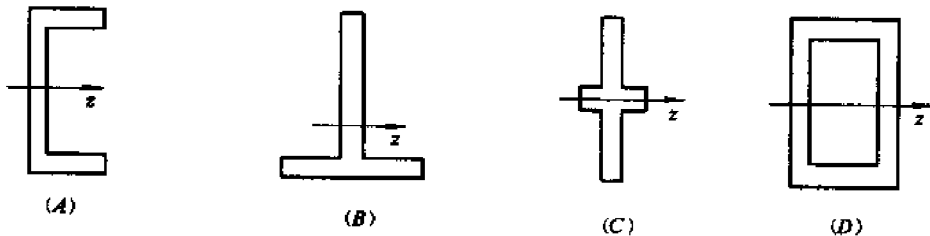
面的上、下水平板在 $z=0$ 处的水平剪应力 $\tau=$________。

(2) 从 dx 微段中取出下水平板 $pqrs$，如图(c)所示。其 $N_{\mathrm{I}}=$________，$N_{\mathrm{II}}=$________，ps(或 qr)处的水平剪应力 $\tau=$________，并在图上示出 τ 的指向。当计算 ps(或 qr)处的剪应力 τ 时，若取 $S_z=\frac{1}{2}bt\times\frac{1}{2}(h+t)$时，其宽度应取________。



题 6—40 图

6—41 四种薄壁截面梁的横截面形状如图所示。当梁发生平面弯曲，且横截面上的剪力为竖直向下时，最大弯曲剪应力不出现在中性轴上的截面是(　　)。图中 z 轴为形心轴。



题 6—41 图

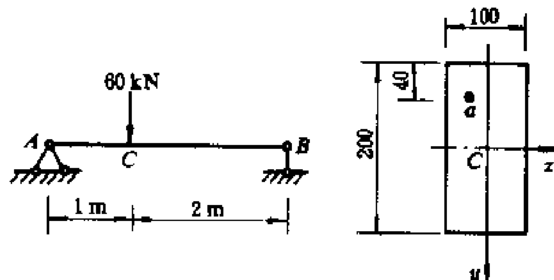
6—42 矩形截面简支木梁受载如图所示。梁 AC 段任一横截面上 a 点的剪应力是(　　)。

(A) $\tau=\dfrac{3Q}{2A}=\dfrac{3\times40\times10^3}{2\times100\times200}=3.0\text{MPa}$

(B) $\tau=\dfrac{QS_z}{I_zb}=\dfrac{40\times10^3\times40\times100\times60}{(100\times200^3/12)\times100}=1.44\text{MPa}$

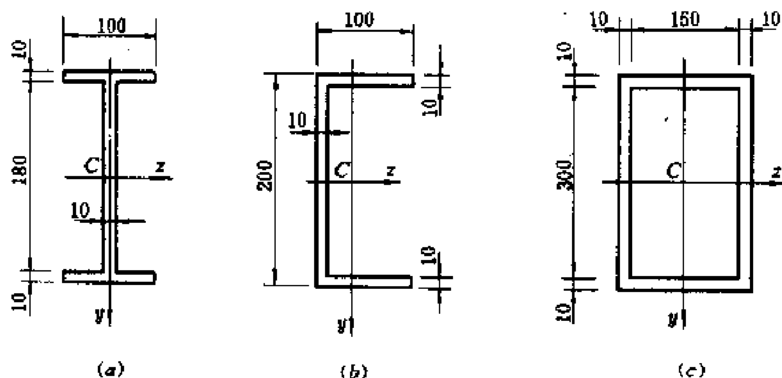
(C) $\tau=\dfrac{QS_z}{I_zb}=\dfrac{40\times10^3\times40\times100\times80}{(100\times200^3/12)\times100}=1.92\text{MPa}$

(D) $\tau=\dfrac{QS_z}{I_zb}=\dfrac{40\times10^3\times60\times100\times30}{(100\times200^3/12)\times100}=1.08\text{MPa}$



题 6—42 图

6—43 梁横力弯曲时的横截面形状有图示几种,各横截面上的剪力 Q 均与 y 轴平行,y、z 轴均为形心主惯性轴。(1) 分别画出各横截面弯曲剪应力的分布规律;(2) 用公式 $\tau_{max}=\dfrac{QS_{zmax}}{I_z b}$ 计算各截面的最大剪应力时,将相应的 $S_{z\,max}$ 及 b 值填入下表中。

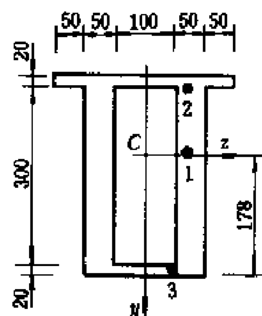


题 6—43 图

	a	b	c
b(mm)			
$S_{z\,max}$(mm³)			

6—44 梁的截面形状和尺寸如图所示,C 为形心。设剪力 Q 沿 y 轴向下。(1) 在用公式 $\tau=\dfrac{QS_z}{bI_z}$ 计算图中 1、2、3 点的剪应力时,它们的 S_z 和 b 值分别是 $S_{z1}=$ ________, $b_1=$ ________; $S_{z2}=$ ________, $b_2=$ ________; $S_{z3}=$ ________, $b_3=$ ________。

(2) 画出截面上的剪应力分布规律。



题 6—44 图

6—45 工字形截面简支梁如图所示。已知 $P=32.4\text{kN}$, $I_z=1.62\times10^7\text{mm}^4$。

(1) 横截面上的最大剪应力是(　　)

(A) $\tau_{max}=\dfrac{3Q}{2A}=\dfrac{3\times32.4\times10^3}{2\times(100\times20\times2+100\times20)}=8.1\text{MPa}$

(B) $\tau_{max}=\dfrac{QS_z}{I_z d}=\dfrac{(32.4\times10^3)\times(100\times20\times60)}{1.62\times10^7\times20}=12\text{MPa}$

(C) $\tau_{max}=\dfrac{QS_z}{I_z d}=\dfrac{(32.4\times10^3)\times(100\times20\times60+50\times20\times25)}{1.62\times10^7\times20}=14.5\text{MPa}$

(D) $\tau_{max}=\dfrac{QS_z}{I_z d}=\dfrac{(32.4\times10^3)\times(50\times20\times25)}{1.62\times10^7\times20}=2.5\text{MPa}$

(2) 横截面上 a 点的剪应力是(　　)。

(A) $\tau_a=\dfrac{QS_z}{I_z d}=\dfrac{32.4\times10^3\times(100\times20\times60)}{1.62\times10^7\times100}=2.4\text{MPa}$

(B) $\tau_a=\dfrac{QS_z}{I_z d}=\dfrac{32.4\times10^3\times(100\times20\times60)}{1.62\times10^7\times20}=12.0\text{MPa}$

(C) $\tau_a=\frac{QS_z}{I_zd}=\frac{32.4\times10^3\times(50\times20\times25)}{1.62\times10^7\times20}=2.5\text{MPa}$

(D) $\tau_a=\frac{QS_z}{I_zd}=\frac{32.4\times(100\times20\times50)}{1.62\times10^7\times20}=10.0\text{MPa}$

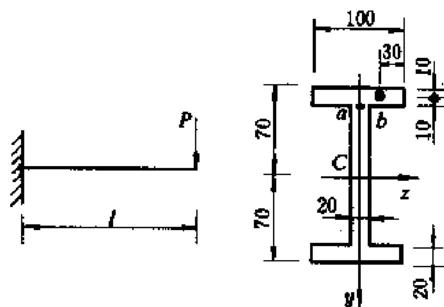
(3) 横截面上 b 点的水平剪应力是(　　)。

(A) $\tau_b=\frac{QS_z}{I_zb}=\frac{32.4\times10^3\times(100\times10\times65)}{1.62\times10^7\times100}=1.30\text{MPa}$

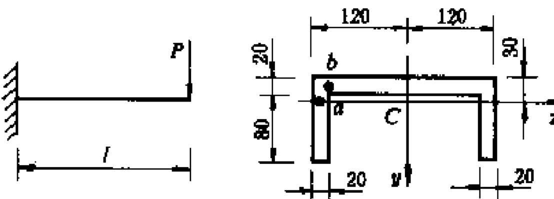
(B) $\tau_b=\frac{QS_z}{I_zb}=\frac{32.4\times10^3\times(100\times30\times65)}{1.62\times10^7\times100}=3.90\text{MPa}$

(C) $\tau_b=\frac{QS_z}{I_zb}=\frac{32.4\times10^3\times(20\times30\times60)}{1.62\times10^7\times20}=3.60\text{MPa}$

(D) $\tau_b=\frac{QS_z}{I_zb}=\frac{32.4\times10^3\times(100\times10\times65)}{1.62\times10^7\times20}=6.50\text{MPa}$



题 6—45 图



题 6—46 图

6—46　槽形截面悬臂梁受集中力 $P=50\text{kN}$ 作用如图所示。截面的惯性矩 $I_z=6.7\times10^6\text{mm}^4$。

(1) 用公式 $\tau=\frac{QS_z}{I_zb}$ 求横截面上 a 点的剪应力时,若取 $b=20\text{mm}$,则面积矩的计算应是(　　);若取 $b=40\text{mm}$ 时,则面积矩是(　　)。

(A) $S_z=20\times240\times20+10\times20\times5\times2=98\ 000\text{mm}^3$

(B) $S_z=20\times70\times35=49\ 000\text{mm}^3$

(C) $S_z=20\times70\times35\times2=98\ 000\text{mm}^3$

(D) $S_z=30\times20\times15=9\ 000\text{mm}^3$

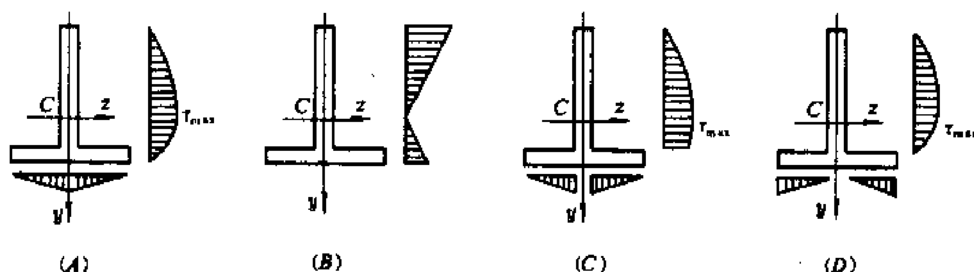
(2) 用公式 $\tau=\frac{QS_z}{I_zb}$ 求横截面上 b 点的剪应力时,若取 $b=20\text{mm}$,则面积矩的计算是(　　)。

(A) $S_z=240\times20\times20=96\ 000\text{mm}^3$　　(B) $S_z=100\times20\times20=40\ 000\text{mm}^3$

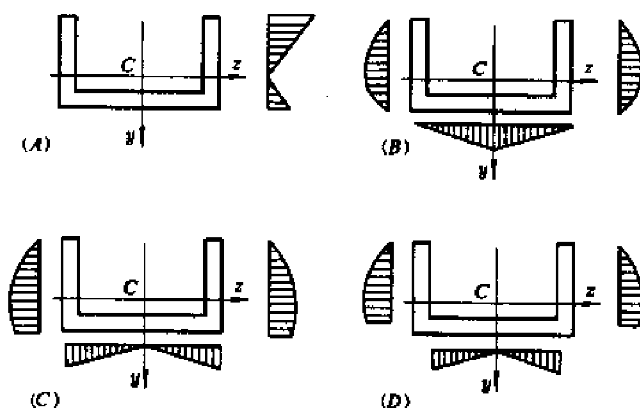
(C) $S_z=30\times20\times15=9\ 000\text{mm}^3$　　(D) $S_z=100\times20\times20\times2=80\ 000\text{mm}^3$

6—47　设 T 型截面梁横截面上的剪力沿 y 轴向下,则剪应力的分布规律是(　　)。图中 C 为形心。

6—48 设槽形截面梁横截面上的剪力沿 y 轴向下,则剪应力的分布规律是(　　)。图中 C 是形心。



题 6—47 图



题 6—48 图

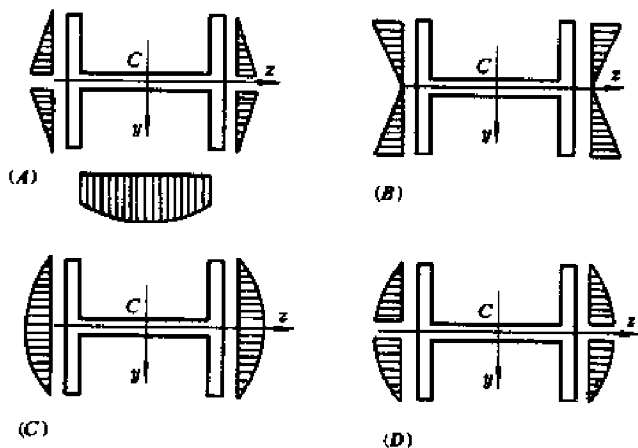
6—49 设 H 型截面梁横截面上的剪力沿 y 轴向下,则剪应力的分布规律是(　　)。图中 C 是形心。

6—50 矩形截面悬臂梁受均布载荷作用,如图(a)所示。

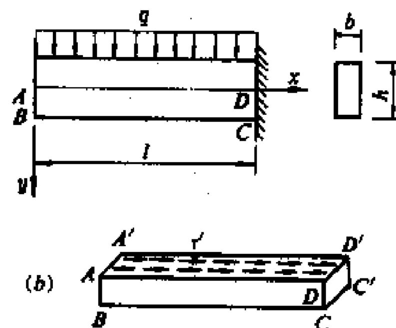
(1) 取 x 轴向右为正,中性层上剪应力 τ'沿 x 轴的变化规律是(　　)。

(A) $\tau'(x)=\dfrac{3qx}{4bh}$　　(B) $\tau'(x)=\dfrac{3qx}{2bh}$

(C) $\tau'(x)=\dfrac{3qx}{bh}$　　(D) $\tau'(x)=\dfrac{6qx}{bh}$



题 6—49 图

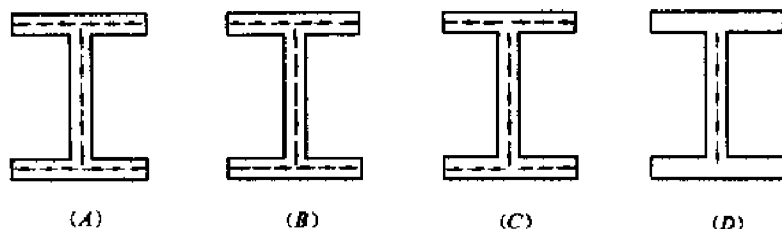


题 6—50 图

(2) 梁整个中性层上剪力的值是______。

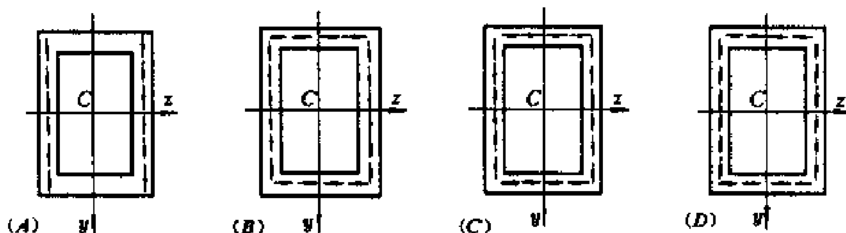
(3) 若将中性层以下，根部截面以左截取为分离体(图 b)，该分离体 $CDD'C'$ 面上的内力有______，与分离体中性层上的剪力在 x 轴方向保持平衡的力是__________，其值为________。

6—51 工字形截面梁平面弯曲时，设横截面上的剪力 Q 竖直向下，剪应力流为(　　)。



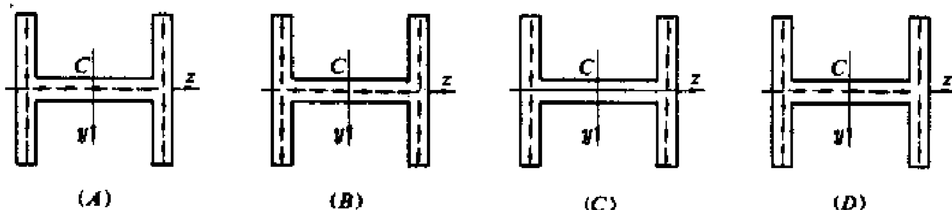
题 6—51 图

6—52 箱形截面梁平面弯曲时，横截面上的剪力竖直向下，剪应力流为(　　)。



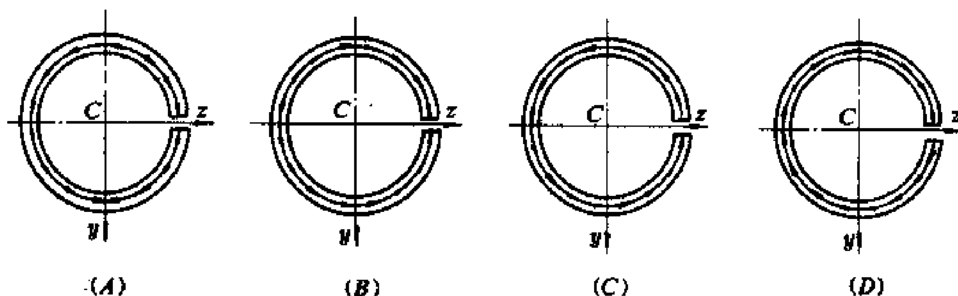
题 6—52 图

6—53 H 形截面梁平面弯曲时，横截面上的剪力竖直向下，剪应力流为(　　)。



题 6—53 图

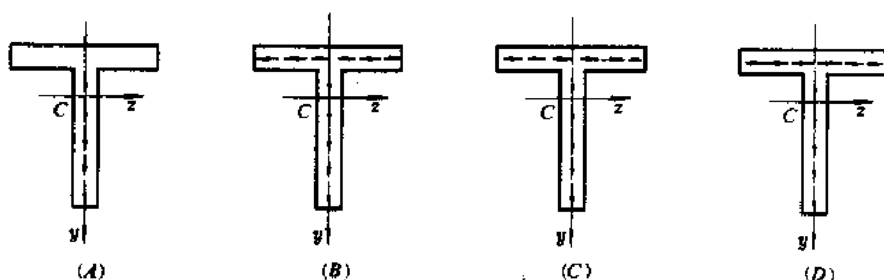
6—54 开口薄壁圆环形截面梁平面弯曲时，横截面上的剪力竖直向下，剪应力流为(　　)。



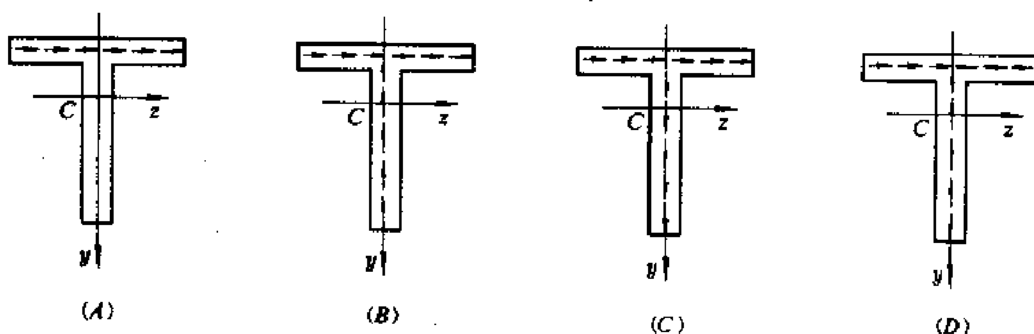
题 6—54 图

6—55 开口薄壁 T 型截面梁平面弯曲时，横截面上的剪力竖直向下，剪应力流为(　　)。

6—56 开口薄壁T型截面梁平面弯曲时,横截面上的剪力为水平向右,剪应力流为(　　)。

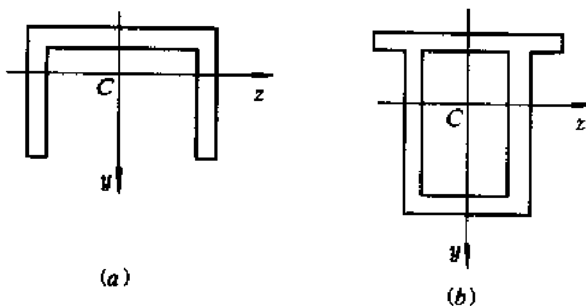


题 6—55 图



题 6—56 图

6—57 薄壁截面梁的形状如图所示。设横截面上的剪力沿 y 轴竖直向下,画出它们的剪应力流。图中 C 为形心。

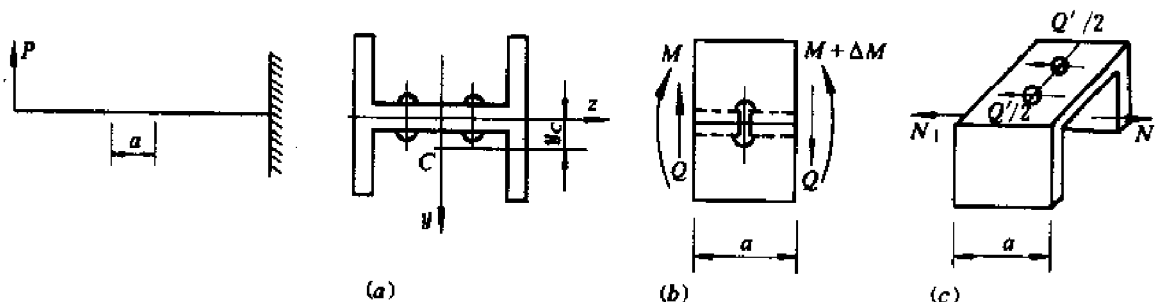


题 6—57 图

6—58 一悬臂梁由两根槽钢用铆钉铆接成整体,如图(a)所示。已知单个槽形截面的面积为 A,其形心 C 到 z 轴的距离为 y_c,组合截面对 z 轴的惯性矩为 I_z,铆钉的直径为 d,铆钉的纵向间距为 a。

(1) 从梁上截取长为 a 的一段分离体(图 b),其上的弯矩增量 $\Delta M=$________。

(2) 从图(b)所示的梁段上截取下半部分为分离体,如图(c)所示。该分离体左、右两侧截面上的法向力为 $N_{\mathrm{I}}=$________,$N_{\mathrm{II}}=$________;每个铆钉上的剪力 $Q'/2=$________,其剪应力 $\tau=$________。



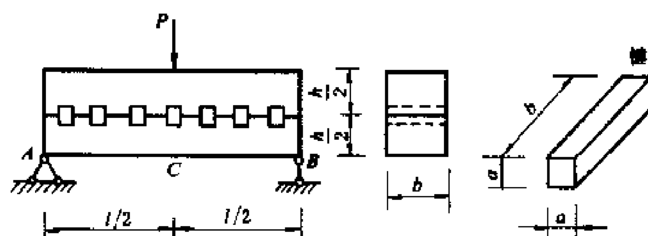
题 6—58 图

6—59 用键把两个截面相同的矩形截面梁连接成一个整体。键的尺寸如图所示，个数为 n。

(1) 梁横截面上的最大名义剪应力 $\tau_{max}=$________；

(2) 梁 AC(或 CB)段中性层处的水平剪力 $Q'=$________；

(3) 每个键上的剪应力 $\tau=$________。



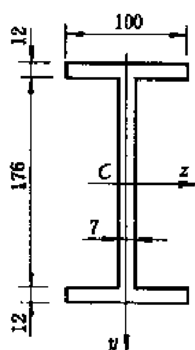
题 6—59 图

6—60 图示工字形截面梁在竖直平面内发生平面弯曲，横截面对中性轴 z 的惯性矩 $I_z=24.4\times10^6\text{mm}^4$。

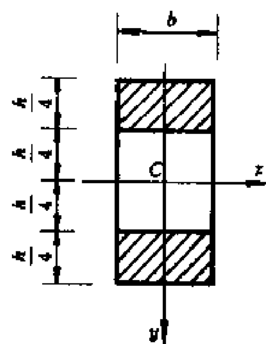
(1) 其上、下翼缘正应力的微内力 σdA 对中性轴 z 的合力矩 M' 与整个横截面上的弯矩 M 之比，$M':M=$________；

(2) 其腹板上剪应力的微内力 τdA 的合力 Q' 与整个横截面上的剪力 Q 之比，$Q':Q=$________；

(3) 翼缘的主要功能是________，腹板的主要功能是________。



题 6—60 图



题 6—61 图

6—61 矩形截面梁某横截面上的弯矩为 M，剪力为 Q。

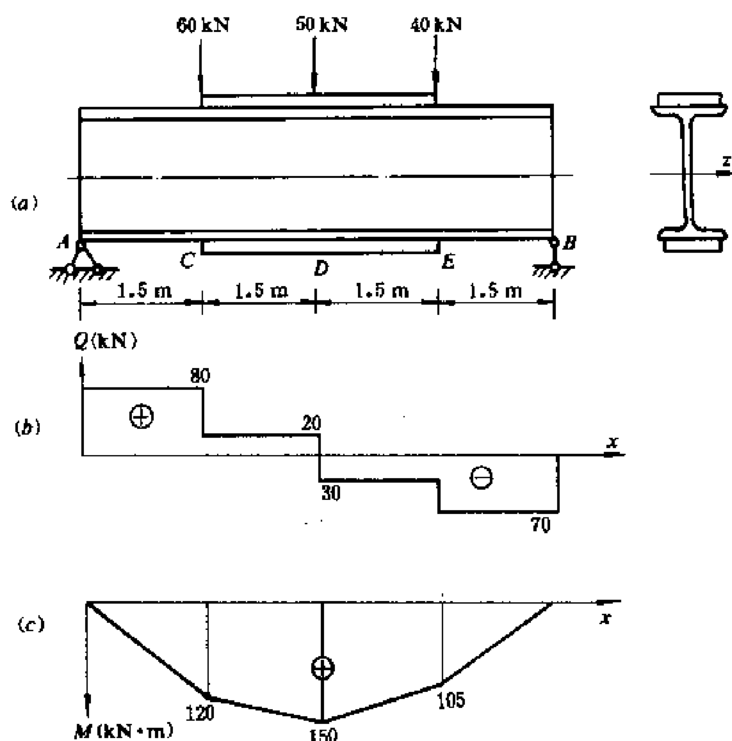
(1) 图中阴影线部分面积上的正应力所形成的法向力对中性轴 z 的矩，是整个截面上弯矩的(　　)；

(A) $\frac{1}{2}$　(B) $\frac{3}{4}$　(C) $\frac{7}{8}$　(D) $\frac{15}{16}$

(2) 图中阴影线部分面积上的剪应力所形成的剪力，是整个截面上剪力的(　　)。

(A) $\frac{1}{2}$　(B) $\frac{1}{4}$　(C) $\frac{5}{8}$　(D) $\frac{5}{16}$

6—62 简支梁由工字型钢在其中间区段焊上两块钢板制成(图 a)，梁的 Q、M 图分别如图(b)、(c)所示。对梁进行正应力强度校核时应取________和________截面进行计算；对梁进行剪应力强度校核时应取________截面进行计算。



题 6—62 图

§6-3 弯曲中心

6—63 决定截面弯曲中心位置的因素为(　　)。

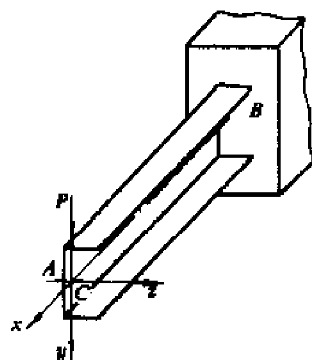
(A) 截面的形状及尺寸　　(B) 截面形状尺寸及材料的力学性质

(C) 梁的受力情况和约束情况　　(D) 截面形状尺寸及梁的受力情况

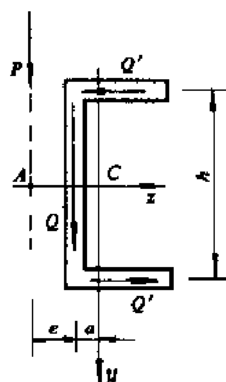
6—64 槽形截面悬臂梁受集中力 P 作用如图所示。其 A 截面的位移情况为(　　)。图中 C 为形心。

(A) 绕中性轴转动、下移和顺时针转动　　(B) 下移和绕中性轴转动

(C) 顺时针转动　　(D) 下移和逆时针转动



题 6—64 图

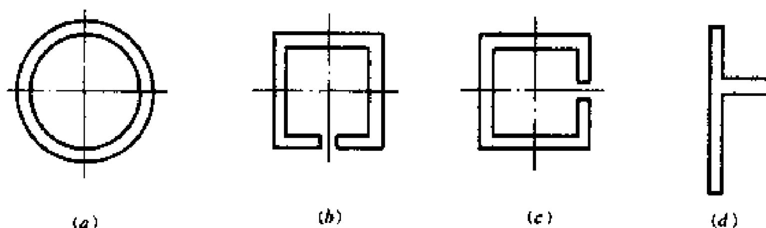


题 6—65 图

6—65 槽形截面悬臂梁自由端受集中力 P 作用如图所示。图中 C 为形心，A 为弯曲中心。任一横截面翼缘上的剪力 Q' 为(　　)。

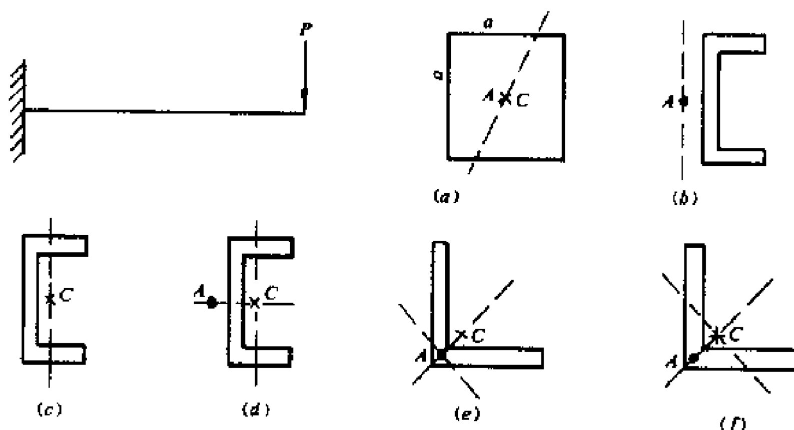
(A) 0　　　(B) P　　　(C) Pa/h　　　(D) Pe/h

6—66　试绘出图示各薄壁截面的剪应力流及弯曲中心 A 的大致位置。设各截面上的剪力均竖直向下，且通过弯曲中心。



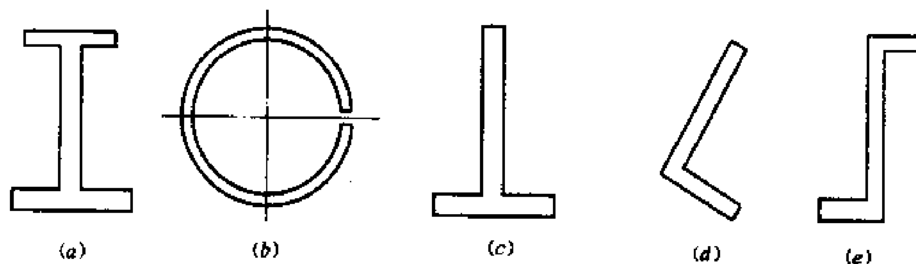
题 6—66 图

6—67　各种截面的悬臂梁在自由端均作用集中力 P，图中虚线为 P 力作用线，C 为形心，A 为弯心。试判断各梁将发生何种变形形式。



题 6—67 图

6—68　试分别画出图示各截面弯曲中心的大致位置。



题 6—68 图

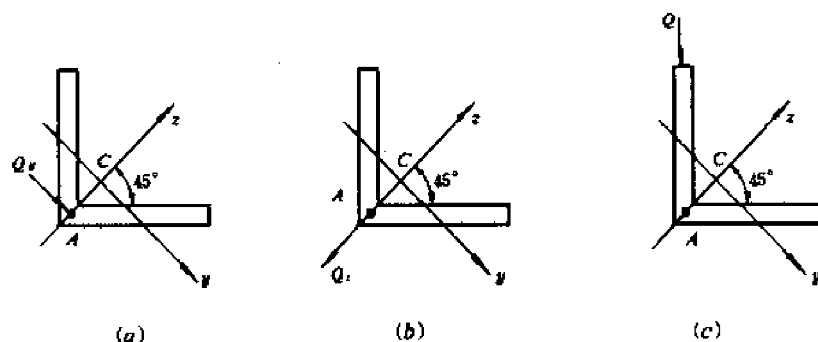
6—69　等边角形截面上的剪力方向分别如图(a)、(b)、(c)所示。试分别画出剪应力流。图中 C 为形心，A 为弯心。

6—70　自由端受集中力 P 作用的悬臂梁，其截面形状及受力情况分别如图所示。其中不产生扭转变形的为(　　　)。

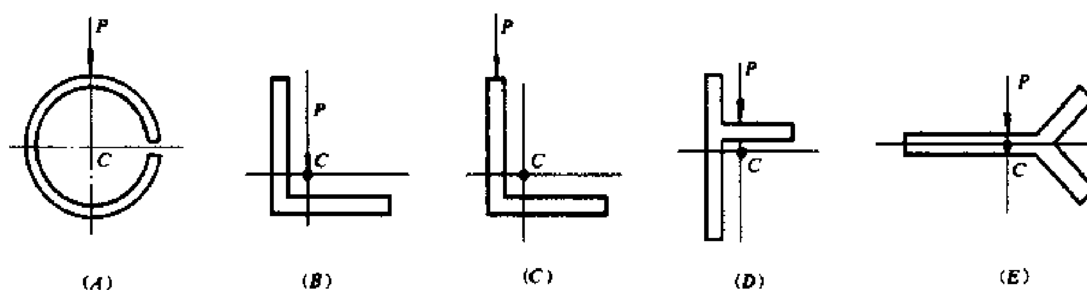
6—71　开口薄壁截面如图(a)所示。横截面上的剪力 Q 通过弯曲中心 A，且平行于 y 轴向下，并设中性轴 z 以下截面的正应力为拉应力，中性轴 z 以上截面的正应力为压应力。

(1) 在该梁截取 dx 微段后，在 1 点图(a)上方任一处截取分离体如图(b)所示，在 3 点图(a)右方任一处截取分离体如图(c)所示，在 4 点图(a)下方任一处截取分离体如图(d)所示。

设图(b)、(c)、(d)所示分离体上的法向力 $N_{\text{II}} > N_{\text{I}}$，试分别画出各截开面上剪应力的指向和整个截面上的剪应力流。



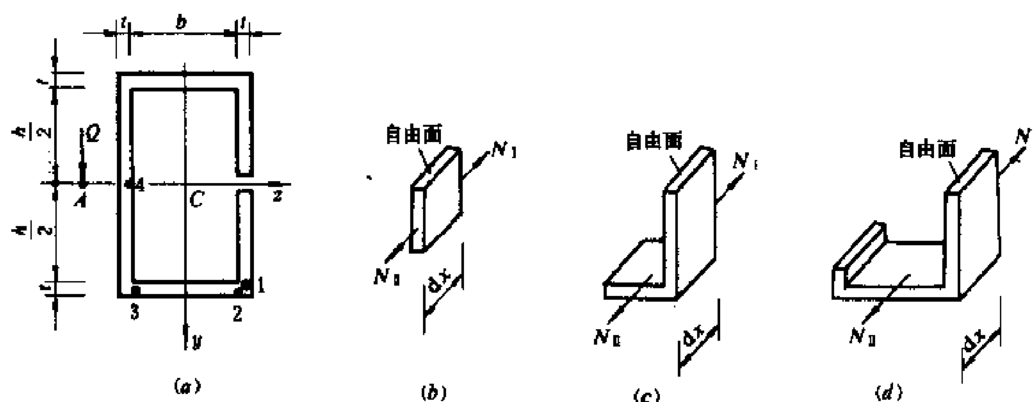
题 6—69 图



题 6—70 图

(2) 计算 1、2、3、4 点的剪应力 τ 时，所对应的面积矩 S_z 分别为 $(S_z)_1 =$ ________，$(S_z)_2 =$ ________，$(S_z)_3 =$ ________，$(S_z)_4 =$ ________。

(3) 画出剪应力沿边长的分布规律。



题 6—71 图

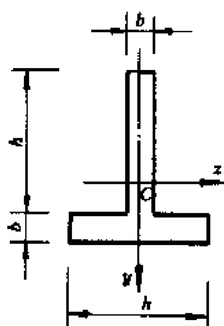
§6－4 梁的塑性分析

6—72 梁的截面形状如图所示。材料为理想弹塑性材料，屈服极限为 σ_s，C 为形心。当整个截面上的正应力均达到 σ_s 时，(1) 在图上标出中性轴位置；(2) 塑性抗弯截面系数 $W_s =$ ________，极限弯矩 $M_u =$ ________。

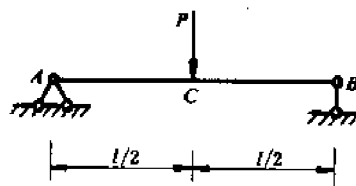
6—73 矩形截面简支梁如图所示，材料为理想弹塑性材料。当危险截面的整个截面屈服

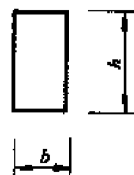
时的极限弯矩 M_u 和危险截面仅上、下边缘屈服时的弯矩 M_s 之比，$M_u/M_s=$(　　)。

(A) 3　　(B) 2　　(C) 1.5　　(D) 1



题 6—72 图





题 6—73 图

第七章　梁的位移及简单超静定梁

§7－1　梁的挠曲线近似微分方程

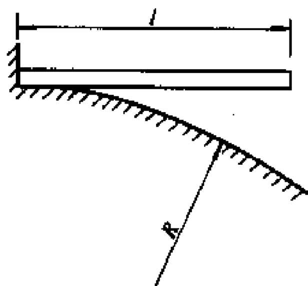
7—1　图示悬臂梁的抗弯刚度为 EI,在其下面为一半径为 R 的圆柱面。若使梁弯曲变形后恰好与圆柱面贴合,但无接触压力,则梁上受的荷载为(　　)。

(A) 在全梁加竖直向下的均布荷载 $q=\dfrac{EI}{Rl^2}$

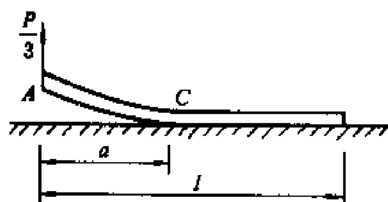
(B) 在自由端加竖直向下的集中力 $P=\dfrac{EI}{Rl}$

(C) 在自由端加顺时针转向的力偶矩 $m=\dfrac{EI}{R}$

(D) 在自由端加逆时针转向的力偶矩 $m=\dfrac{EI}{R}$



题 7—1 图



题 7—2 图

7—2　重量为 P 的等直梁放置在水平刚性平面上。设在 A 端受集中力 $\dfrac{P}{3}$ 后,未提起部分仍保持与平面密合。

(1) 在横截面 C 上有(　　);

(A) 剪力为零,弯矩不为零

(B) 剪力不为零,弯矩为零

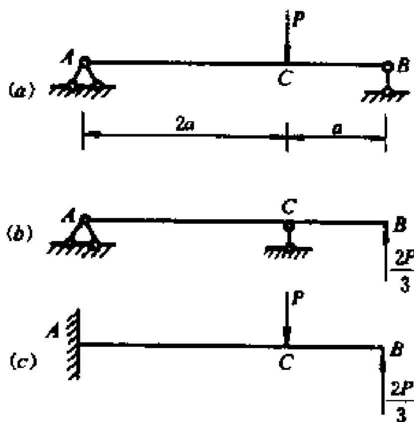
(C) 剪力和弯矩都不为零

(D) 剪力和弯矩都为零

(2) 提起部分的长度 a 应为(　　)。

(A) $\dfrac{l}{3}$　(B) $\dfrac{l}{2}$　(C) $\dfrac{2l}{3}$　(D) l

7—3　梁的变形程度以中性层的_______来度量,它仅与梁的_______和_______有关。梁的位移不仅与受力情况和抗弯刚度 EI 有关,还与梁的_______有关。



题 7—4 图

7—4　图示三根梁的材料、横截面形状及尺寸均相同。下面结论正确的是(　　)。

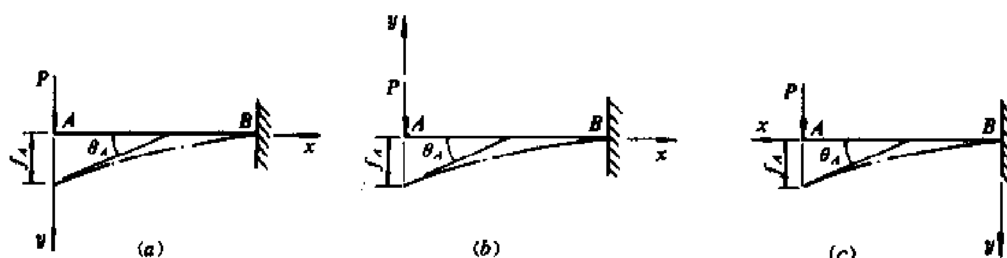
(A) 三根梁的变形相同,位移也相同

(B) 三根梁的变形相同,位移不相同

(C) 三根梁的变形不同,位移相同

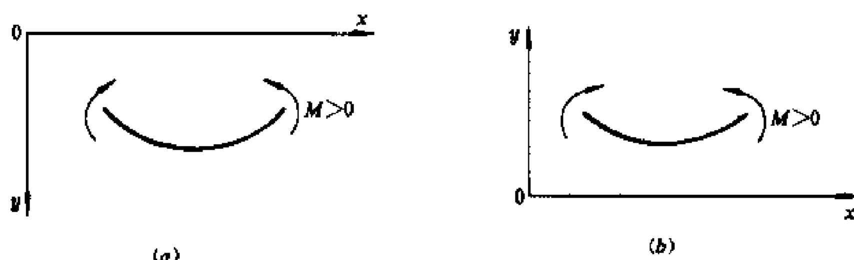
(D) 三根梁的变形不同,位移也不同

7—5 梁的坐标系和挠曲线如图所示,A 截面的挠度 f_A 和转角 θ_A 的正负号分别是:(a) f_A 为________,θ_A 为________;(b) f_A 为________,θ_A 为________;(c) f_A 为________,θ_A 为________。



题 7—5 图

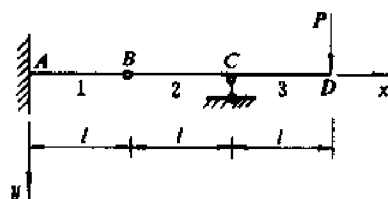
7—6 梁的抗弯刚度为 EI,弯矩正负规定和坐标系如图所示,梁的挠曲线近似微分方程应分别为(a) $EIv''=$________,(b) $EIv''=$________。



题 7—6 图

§7-2 积分法求梁的位移

7—7 用积分法求图示梁的位移时,应分________段列挠曲线的近似微分方程,积分常数有________个,确定积分常数的位移边界条件为________,位移连续条件为________。



题 7—7 图

7—8 用积分法求图示梁的挠曲线方程时,正确的边界条件和连续条件应是(　　)。

(A) $x=0$ 时,$v=0$;$x=3a$ 时,$v=0$;$x=2a$ 时,$v_{左}=v_{右}$,$v'_{左}=v'_{右}$

(B) $x=0$ 时,$v'=0$;$x=3a$ 时,$v=0$;$x=2a$ 时,$v_{左}=v_{右}$,$v'_{左}=v'_{右}$

(C) $x=0$ 时,$v=0$,$v'=0$;$x=3a$ 时,$v=0$;$x=2a$ 时,$v_{左}=v_{右}$

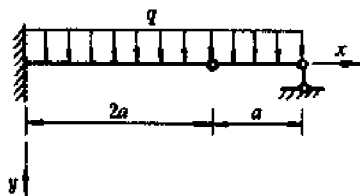
(D) $x=0$ 时,$v=0$,$v'=0$;$x=3a$ 时,$v=0$;$x=2a$ 时,$v'_{左}=v'_{右}$

7—9 梁的 B 支座为弹簧支承,弹簧常数为 k。用积分法求梁的挠曲线方程时,B 支座处的边界条件应是(　　)。

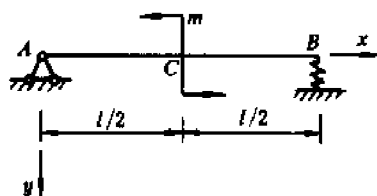
(A) $x=l$ 时, $v=0$　　　　(B) $x=l$ 时, $v=-m/kl$

(C) $x=l$ 时, $v=m/kl$　　　　(D) $x=l$ 时, $v=km/l$

(E) $x=l$ 时, $v=-km/l$

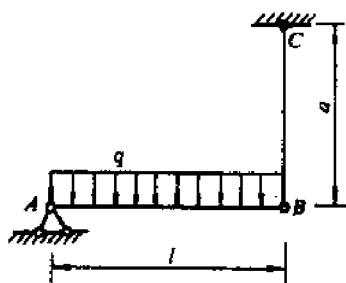


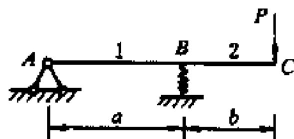
题 7—8 图

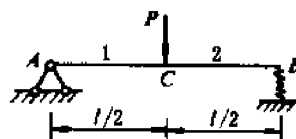


题 7—9 图

7—10　图中各梁的抗弯刚度均为 EI,图(a)中 BC 杆的抗拉刚度为 EA,图(b)和图(c)中弹簧的刚度系数为 k。图(a)所示梁的边界条件是________;图(b)所示梁的边界条件是________,连续条件是________;图(c)所示梁的边界条件是________,连续条件是________。







题 7—10 图

7—11　用积分法求梁的挠曲线方程时,对于中间铰和中间支座的连续条件应是(　　)。

(A) 中间铰处:　　$v'_{左}=v'_{右}, v_{左}=v_{右}$

　　中间支座处:　$v'_{左}=v'_{右}, v_{左}=v_{右}$

(B) 中间铰处:　　$v_{左}=v_{右}$

　　中间支座处:　$v'_{左}=v'_{右}, v_{左}=v_{右}$

(C) 中间铰处:　　$v_{左}=v_{右}$

　　中间支座处:　$v'_{左}=v'_{右}, v_{左}=v_{右}=0$

(D) 中间铰处:　　$v'_{左}=v'_{右}, v_{左}=v_{右}$

　　中间支座处:　$v'_{左}=v'_{右}, v_{左}=v_{右}=0$

(E) 中间铰处:　　$v'_{左}=v'_{右}, v_{左}=v_{右}$

　　中间支座处:　$v'_{左}=v'_{右}=0, v_{左}=v_{右}=0$





题 7—11 图

7—12　用积分法求图示梁的挠曲线方程时，为了使确定积分常数简便，BC 段的挠曲线近似微分方程及其积分有下列三种方式，你认为最好的是(　　)。

题 7—12 图

(A) 取 x 截面左段为分离体建立挠曲线近似微分方程并积分

$$EIv(x)=\int\left\{\int[-qlx/8+q(x-l/2)^2/2]\mathrm{d}x\right\}\mathrm{d}x+Cx+D$$
$$=\int\{-qlx^2/16+q(x-l/2)^3/6\}\mathrm{d}x+Cx+D$$
$$=-qlx^3/48+q(x-l/2)^4/24+Cx+D$$

(B) 将(A)中方括号内的被积函数展开后积分

$$EIv(x)=\int\left\{\int[-qlx/8+qx^2/2-qlx/2+ql^2/8]\mathrm{d}x\right\}\mathrm{d}x+Cx+D$$
$$=\int\{qx^3/6-5qlx^2/16+ql^2x/8\}\mathrm{d}x+Cx+D$$
$$=-qx^4/24-5qlx^3/48+ql^2x^2/16+Cx+D$$

(C) 取 x 截面右段为分离体建立挠曲线近似微分方程并积分

$$EIv(x)=\int\left\{\int[-3ql(l-x)/8+q(l-x)^2/2]\mathrm{d}x\right\}\mathrm{d}x+Cx+D$$
$$=\int\{-3ql(l-x)^2/16+q(l-x)^3/6\}\mathrm{d}x+Cx+D$$
$$=-3ql(l-x)^3/16+q(l-x)^4/24+Cx+D$$

7—13　下列说法中正确的有(　　)。

(A) 梁某截面上的弯矩等于零，该截面的挠度必为零。

(B) 梁某截面上的弯矩等于零，且该截面两侧弯矩的正、负号相反，该截面处挠曲线必出现拐点。

(C) 梁弯矩最大的截面处，其挠度一定最大。

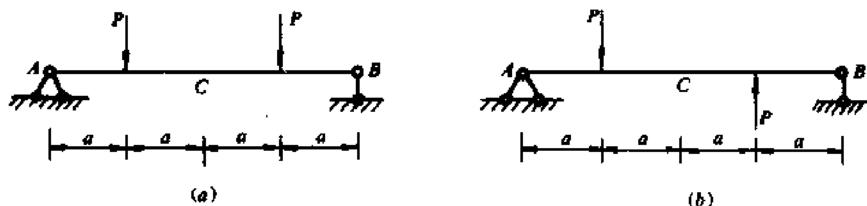
(D) 梁的挠度为极值的点处，该处的转角一定为零。

(E) 梁的最大挠度处的转角一定为零。

7—14　梁上弯矩等于零的点处有(　　)。

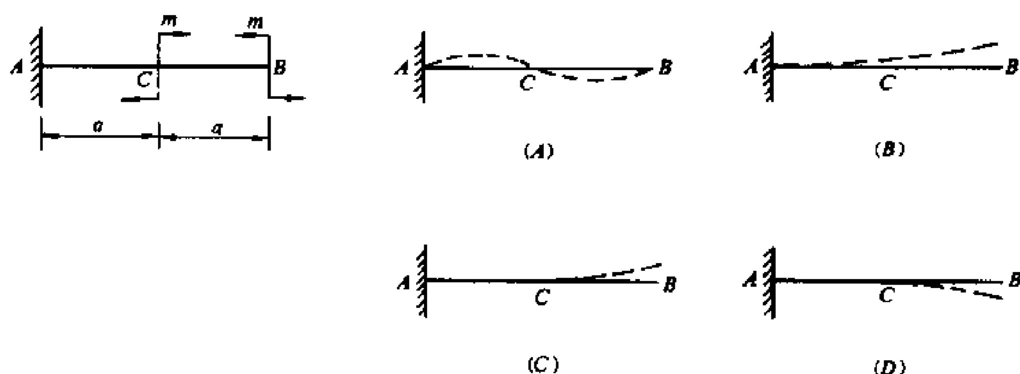
(A) 转角为零　(B) 挠度为零　(C) 挠曲线的曲率为零　(D) 挠曲线上出现拐点

7—15　画出图示梁的剪力图、弯矩图和挠曲线的大致形状。图(a)所示的梁受对称荷载时，在对称截面上等于零的量为________和________。图(b)所示的梁受反对称荷载时，在对称截面上等于零的量为________和________。



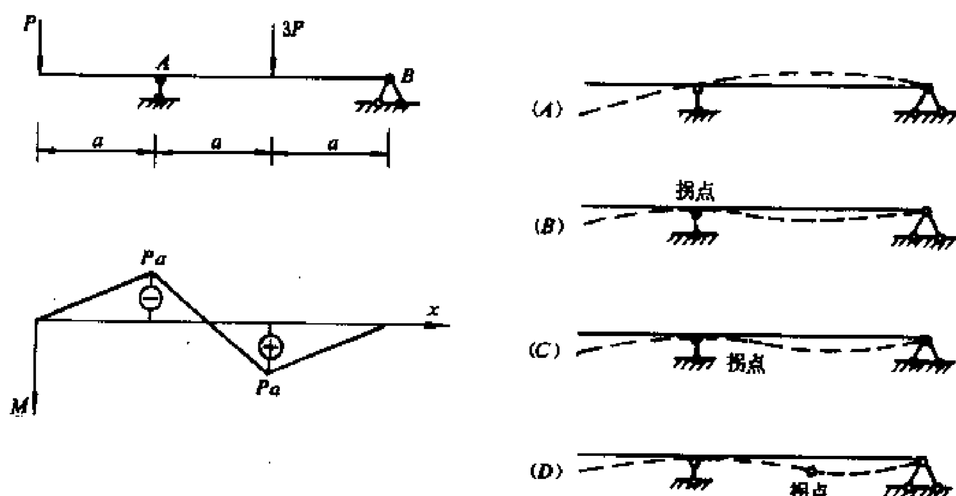
题 7—15 图

7—16　悬臂梁 AB 受两个集中力偶 m 作用,如图所示。其挠曲线的大致形状应是(　　　)。



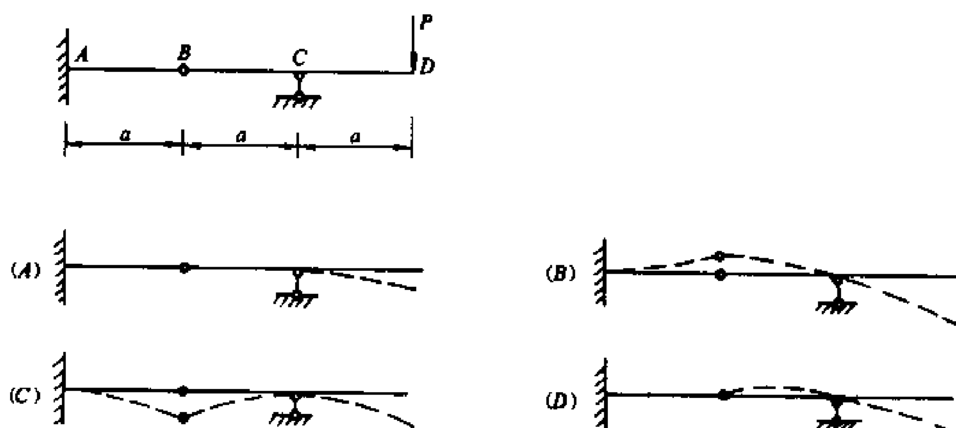
题 7—16 图

7—17　外伸梁的受力和弯矩图如图所示。梁挠曲线的大致形状应是(　　　)。



题 7—17 图

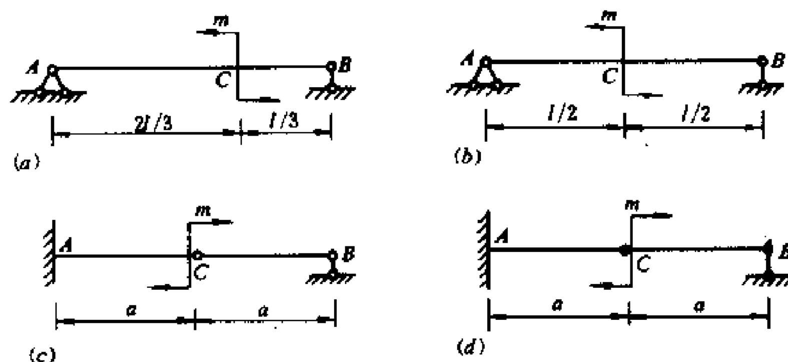
7—18　梁受载如图所示。其挠曲线的大致形状应是(　　　)。



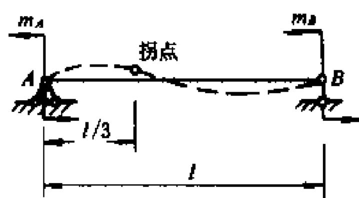
题 7—18 图

7—19　画出图示各梁的弯矩图和挠曲线的大致形状。

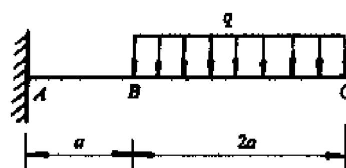
7—20　在简支梁的左、右两端作用有外力偶 m_A 和 m_B,如图所示。如果使该梁挠曲线的拐点位于距左端$\frac{l}{3}$处,则应有 $m_A=$__________ m_B。



题 7—19 图



题 7—20 图



题 7—22 图

§7-3 叠加法求梁的位移

7—21 应用叠加原理求梁横截面的挠度和转角时,需要满足的条件有(　　　)。

(A) 梁必须是等截面的

(B) 梁必须是平面弯曲

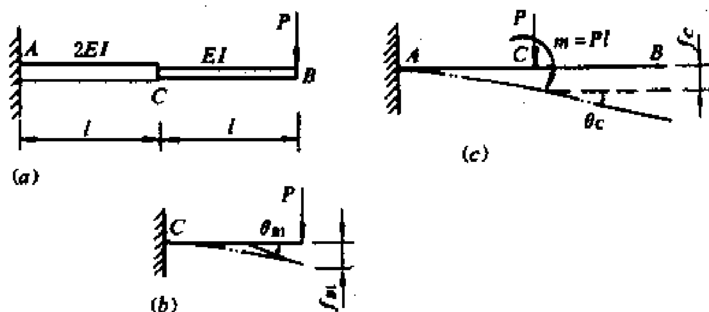
(C) 梁的弯曲变形必须在线弹性范围内

(D) 梁的弯曲变形必须是小变形

7—22 画出用叠加法求图示悬臂梁 C 截面的转角 θ_C 和挠度 f_C 时的两种分解图式(包括相应的力系和挠曲线的大致形状)。

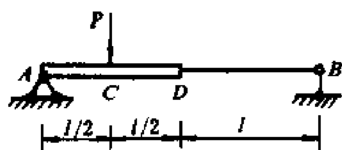
7—23 图(a)所示悬臂梁,AC 段的抗弯刚度为 $2EI$,CB 段的抗弯刚度为 EI。指出下面用叠加法求 θ_B 和 f_B 中的错误。

解: $\theta_B=\theta_{B1}+\theta_C$,　　$f_B=f_{B1}+f_C$

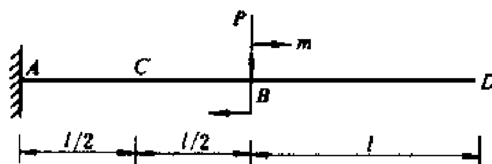


题 7—23 图

7—24 图示梁的 AD 段设为刚性,DB 段的抗弯刚度为EI。画出用叠加法求 f_C、θ_C 的图式;并求得 f_C=________,θ_C=________。



题 7—24 图



题 7—25 图

7—25　已知图示等截面悬臂梁 B 截面的位移为 $f_B=\frac{Pl^3}{3EI}+\frac{ml^2}{2EI}$，$\theta_B=\frac{Pl^2}{2EI}+\frac{ml}{EI}$。

(1) C 截面的位移应是(　　　)。

(A) $f_C=\frac{P(l/2)^3}{3EI}+\frac{m(l/2)^2}{2EI}$ (↓)，　$\theta_C=\frac{P(l/2)^2}{2EI}+\frac{m(l/2)}{EI}$ (↘)

(B) $f_C=\left(\frac{Pl^3}{3EI}+\frac{ml^2}{2EI}\right)/2$ (↓)，　$\theta_C=\left(\frac{Pl^2}{2EI}+\frac{ml}{EI}\right)/2$ (↘)

(C) $f_C=\frac{P(l/2)^3}{3EI}+\frac{(Pl/2+m)(l/2)^2}{2EI}$ (↓)，$\theta_C=\frac{P(l/2)^2}{2EI}+\frac{(Pl/2+m)(l/2)}{EI}$ (↘)

(D) $f_C=\frac{P(l/2)^3}{3EI}+\frac{(m-Pl/2)(l/2)^2}{2EI}$ (↓)，$\theta_C=\frac{P(l/2)^2}{2EI}+\frac{(m-Pl/2)(l/2)}{EI}$ (↘)

(2) D 截面的位移应是(　　　)。

(A) $f_D=\frac{P(2l)^3}{3EI}+\frac{m(2l)^2}{2EI}$ (↓)，　$\theta_D=\frac{P(l/2)^2}{2EI}+\frac{m(2l)}{EI}$ (↘)

(B) $f_D=2\left(\frac{Pl^3}{3EI}+\frac{ml^2}{2EI}\right)$ (↓)，　$\theta_D=2\left(\frac{Pl^2}{2EI}+\frac{ml}{EI}\right)$ (↘)

(C) $f_D=\frac{Pl^3}{3EI}+\frac{ml^2}{2EI}$ (↓)，　$\theta_D=\frac{Pl^2}{2EI}+\frac{ml}{EI}$ (↘)

(D) $f_D=\frac{Pl^3}{3EI}+\frac{ml^2}{2EI}+\left(\frac{Pl^2}{2EI}+\frac{ml}{EI}\right)l$ (↓)，　$\theta_D=\frac{Pl^2}{2EI}+\frac{ml}{EI}$ (↘)

7—26　二简支梁的抗弯刚度均为 EI，受载如图所示。设 C 截面的转角和挠度分别为 θ_a、θ_b、f_a、f_b，应用叠加法和对称性的概念进行如下分析。

(1) 二梁 C 截面的位移应有(　　　)。

(A) $\theta_a=\theta_b$，$f_a=f_b$　　(B) $\theta_a\neq\theta_b$，$f_a=f_b$

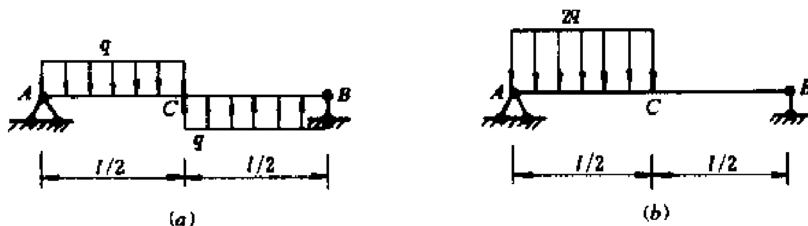
(C) $\theta_a=\theta_b$，$f_a\neq f_b$　　(D) $\theta_a\neq\theta_b$，$f_a\neq f_b$

(2) 图(a)梁的转角 θ_a 应为(　　　)。

(A) $-\frac{ql^3}{192EI}$　(B) $-\frac{ql^3}{96EI}$　(C) $-\frac{ql^3}{48EI}$　(D) $-\frac{ql^3}{24EI}$

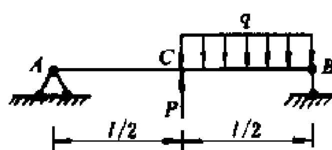
(3) 图(b)梁的挠度 f_b 应为(　　　)。

(A) $\frac{5ql^4}{384EI}$　(B) $\frac{5ql^4}{768EI}$　(C) $\frac{5ql^4}{192EI}$　(D) $\frac{5ql^4}{96EI}$



题 7—26 图

7—27 图示简支梁跨中作用向上的集中力 P,为使跨中挠度为零,则施加于右半段梁上的均布荷载 $q=$________。

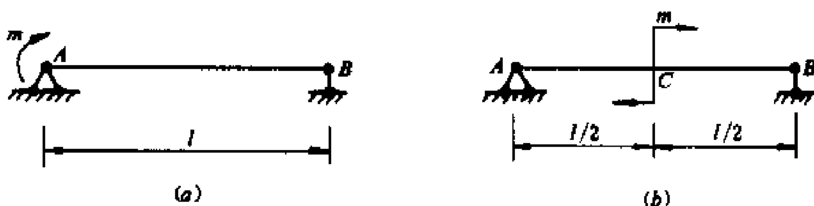


题 7—27 图

7—28 两简支梁的抗弯刚度均为 EI。已知集中力偶 m 作用于图(a)所示简支梁时,A 截面的转角 $\theta_A=\dfrac{ml}{3EI}$。利用对称性原理,得到图(b)所示简支梁 C 截面的转角 θ_C 应为(　　)。

(A) $\dfrac{ml}{3EI}$　(B) $-\dfrac{ml}{3EI}$　(C) $\dfrac{ml}{6EI}$　(D) $-\dfrac{ml}{6EI}$

(E) $\dfrac{ml}{12EI}$　(F) $-\dfrac{ml}{12EI}$



题 7—28 图

7—29 图示梁的抗弯刚度均为 EI。

(1) 用叠加法求得图(a)悬臂梁 C 截面的位移为(　　)。

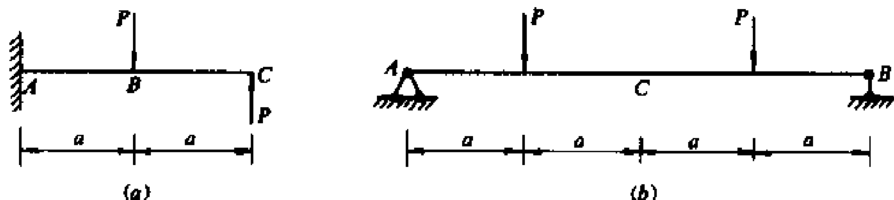
(A) $\theta_C=\dfrac{Pa^2}{2EI}$(↘),　$f_C=\dfrac{7Pa^3}{3EI}$(↓)

(B) $\theta_C=-\dfrac{Pa^2}{2EI}$(↗),　$f_C=-\dfrac{7Pa^3}{3EI}$(↑)

(C) $\theta_C=\dfrac{3Pa^2}{2EI}$(↘),　$f_C=\dfrac{11Pa^3}{6EI}$(↓)

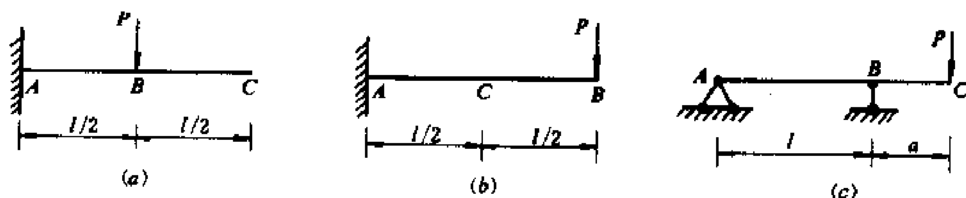
(D) $\theta_C=-\dfrac{3Pa^2}{2EI}$(↗),　$f_C=-\dfrac{11Pa^3}{6EI}$(↑)

(2) 图(b)所示简支梁 C 截面的挠度 $f_C=$________,B 截面的转角 $\theta_B=$________。



题 7—29 图

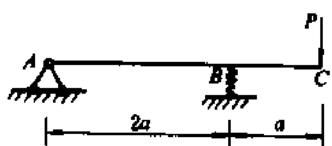
7—30 分别画出用叠加法计算下列各梁 C 截面挠度和转角时的分解图式。已知各梁的抗弯刚度均为 EI。



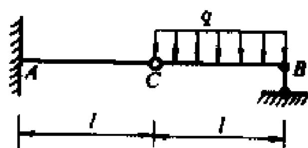
题 7—30 图

7—31　图示外伸梁的抗弯刚度为 EI，B 支座为弹簧支承，其弹簧常数为 k。画出用叠加法求 θ_C、f_C 的分解图式。

7—32　图示梁的抗弯刚度为 EI，画出其挠曲线的大致形状，并用叠加法求得中间铰 C 左侧和右侧的转角分别为 $\theta_{C左}=$ ________，$\theta_{C右}=$ ________。



题 7—31 图



题 7—32 图

7—33　图示梁的抗弯刚度均为 EI。

(1) 用叠加法计算时，C 截面的挠度 f_C 为(　　　)。

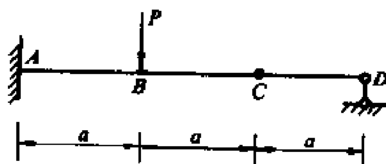
(A) 0　　(B) $\frac{Pa^3}{3EI}$　　(C) $\frac{8Pa^3}{3EI}$　　(D) $\frac{5Pa^3}{6EI}$

(2) D 截面的转角 θ_D 为(　　　)。

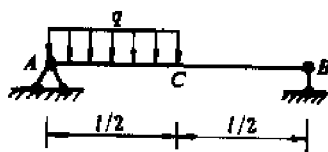
(A) 0　　(B) $-\frac{Pa^2}{2EI}$　　(C) $\frac{Pa^3}{2EI}$　　(D) $\frac{5Pa^2}{6EI}$　　(E) $-\frac{5Pa^2}{6EI}$

(3) B 截面的挠度 $f_B=$ ________，中间铰左右两侧截面的转角 $\theta_{C左}=$ ________，$\theta_{C右}=$ ________。

7—34　已知梁的抗弯刚度为 EI，画出用叠加法求 f_C 及 θ_A、θ_B 时的分解图式。



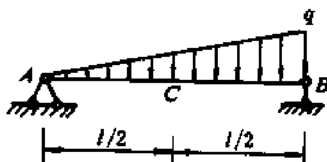
题 7—33 图



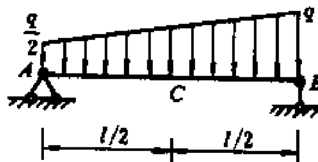
题 7—34 图

7—35　画出用叠加法求图示简支梁跨中挠度 f_C 的两种分解图式。

7—36　画出用叠加法求图示简支梁跨中挠度 f_C 的分解图式。



题 7—35 图

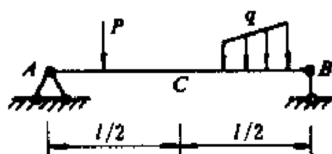


题 7—36 图

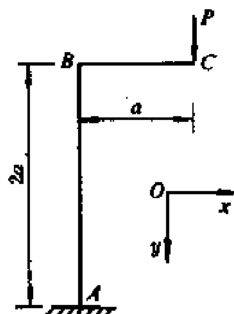
7—37　图示简支梁受任意横向荷载作用，若再在跨中 C 截面处加一集中力偶 m 时，则 C 截面的(　　)。

(A) 挠度不变，转角改变　　(B) 挠度改变，转角不变

(B) 挠度和转角都改变　　(D) 挠度和转角都不变



题 7—37 图



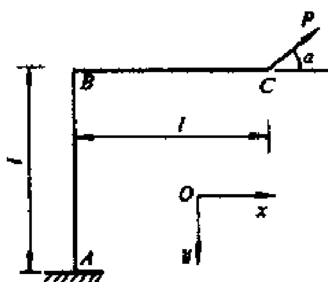
题 7—38 图

7—38　图示刚架中 AB、BC 段的抗弯刚度均为 EI，不计轴向变形和剪切变形的影响，画出用叠加法求 C 截面的水平位移 f_{Cx} 和竖直位移 f_{Cy} 的分解图式，并求得 $f_{Cx}=$______，$f_{Cy}=$______。

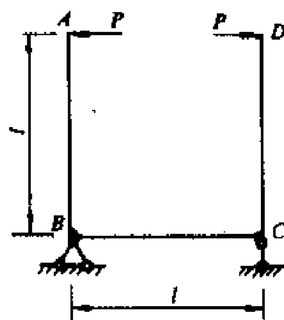
7—39　图示刚架 AB、BC 段的抗弯刚度均为 EI，P 力和水平方向的夹角为 α，不计轴向变形和剪切变形的影响。

(1) 画出用叠加法求 C 截面的位移 f_{Cx} 和 f_{Cy} 的分解图示，并得到 $f_{Cx}=$______，$f_{Cy}=$______。

(2) 欲使 C 截面线位移 f_C 的方向和 P 力方向一致，则求 α 角大小的方程是______。



题 7—39 图



题 7—40 图

7—40　U 型刚架受力如图所示，各杆抗弯刚度均为 EI，不计各杆轴向变形和剪切变形的影响，用叠加法求得 A、D 两点的相对水平位移为(　　)。

(A) $\delta=\frac{Pl^3}{3EI}(\leftarrow\ \ \rightarrow)$　　(B) $\delta=2\times\frac{Pl^3}{3EI}(\leftarrow\ \ \rightarrow)$

(C) $\delta=2\times\frac{Pl^3}{3EI}+2\times\frac{(Pl)l^2}{3EI}(\leftarrow\ \ \rightarrow)$

(D) $\delta=2\times\frac{Pl^3}{3EI}+2\times\left(\frac{Pl^3}{3EI}+\frac{Pl^3}{6EI}\right)(\leftarrow\ \ \rightarrow)$

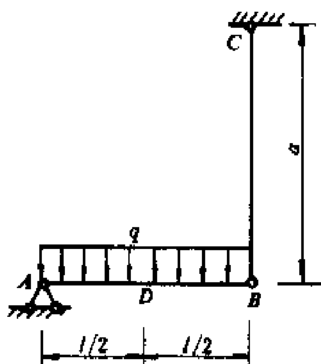
7—41　图示梁 AB 的右端由拉杆 BC 支承，梁的抗弯刚度为 EI，杆的抗拉刚度为 EA。

梁中点 D 沿铅垂方向的位移Δ 为(　　　)。

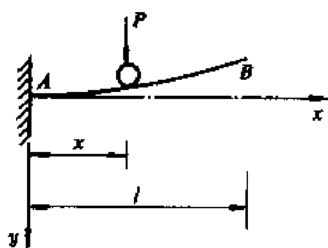
(A) $\frac{5ql^4}{384EI}+\frac{qla}{EA}(\downarrow)$　　　　(B) $\frac{5ql^4}{384EI}+\frac{qla}{2EA}(\downarrow)$

(C) $\frac{5ql^4}{384EI}+\frac{qla}{4EA}(\downarrow)$　　　　(D) $\frac{5ql^4}{384EI}(\downarrow)$

7—42　图示悬臂梁的抗弯刚度为 EI,荷载 P 沿梁移动。若要求荷载移动时在梁上恰好走一条水平路径,则梁预先弯成的曲线应是 $y=$________。



题 7—41 图



题 7—42 图

§7-4　梁的刚度

7—43　提高钢制梁刚度的有效措施有(　　　)。

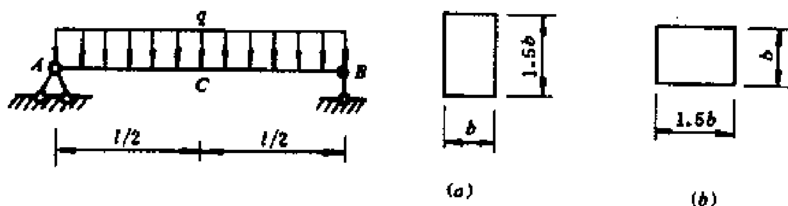
(A) 增加梁的横截面面积

(B) 用高强度钢代替普通钢

(C) 减小梁的跨度或增加支承

(D)保持横截面面积不变,改变截面形状,增大惯性矩

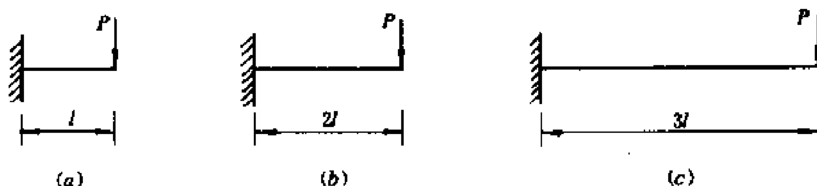
7—44　受均布荷载作用的矩形截面简支梁,在采用图(a)、(b)两种放置方式时,跨中 C 截面挠度的比 $f_{Ca}:f_{Cb}=$________。



题 7—44 图

7—45　图(a)、(b)、(c)所示三根梁的抗弯刚度均为 EI,荷载 P 相等,其最大挠度间的比例关系为 $f_a:f_b:f_c=$________。

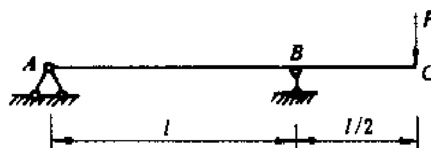
7—46　实心圆截面钢梁,$l=1\text{m}$,$P=1.5\text{kN}$,弹性模量 $E=206\text{GPa}$,设梁 B 截面的容许转角$[\theta]=0.5°$。现根据刚度条件选择此轴的直径 d 时,由



题 7—45 图

$$\theta_B=\frac{(Pl/2)l}{3EI}=\frac{64Pl^2}{6E\pi d^4}\leqslant[\theta]$$

得 $d\geqslant\sqrt[4]{\frac{32Pl^2}{3E\pi[\theta]}}$



题 7—46 图

下列计算式中正确的是(　　)。

(A) $d\geqslant\sqrt[4]{\frac{32\times1.5\times10^3\times10^6}{3\times206\times10^3\pi\times0.5}}=14.9\text{mm}$

(B) $d\geqslant\sqrt[4]{\frac{32\times1.5\times10^3\times1.0}{3\times206\times10^9\pi\times0.5}}=0.0149\text{mm}$

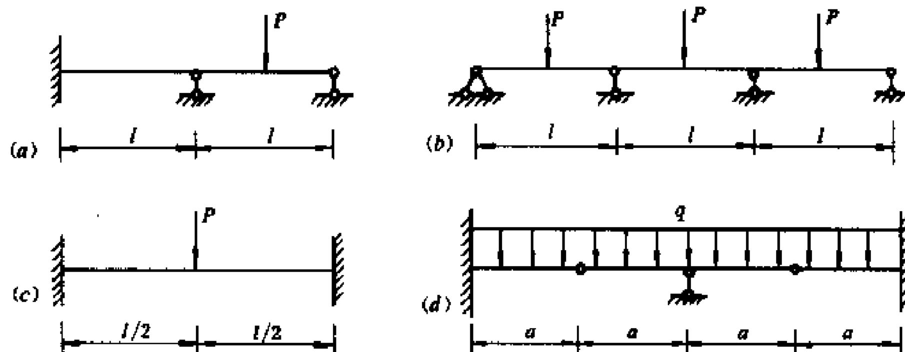
(C) $d\geqslant\sqrt[4]{\frac{32\times1.5\times10^3\times10^6\times180}{3\times206\times10^3\pi^2\times0.5}}=41.0\text{mm}$

(D) $d\geqslant\sqrt[4]{\frac{32\times1.5\times10^3\times1.0\times180}{3\times206\times10^9\pi^2\times0.5}}=0.041\text{mm}$

§ 7－5　简单超静定梁

7—47　确定下列超静定梁在图示荷载作用时的超静定次数。

(a) ________次，(b) ________次，(c) ________次，(d) ________次。

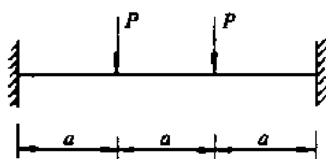


题 7—47 图

7—48　两端固定的梁受对称荷载作用如图所示。解此超静定梁时，在利用对称性原理后，还需要利用变形协调条件建立补充方程式的个数是(　　)。

(A) 一个　　(B) 二个　　(C) 三个

变形协调条件是________。



题 7—48 图



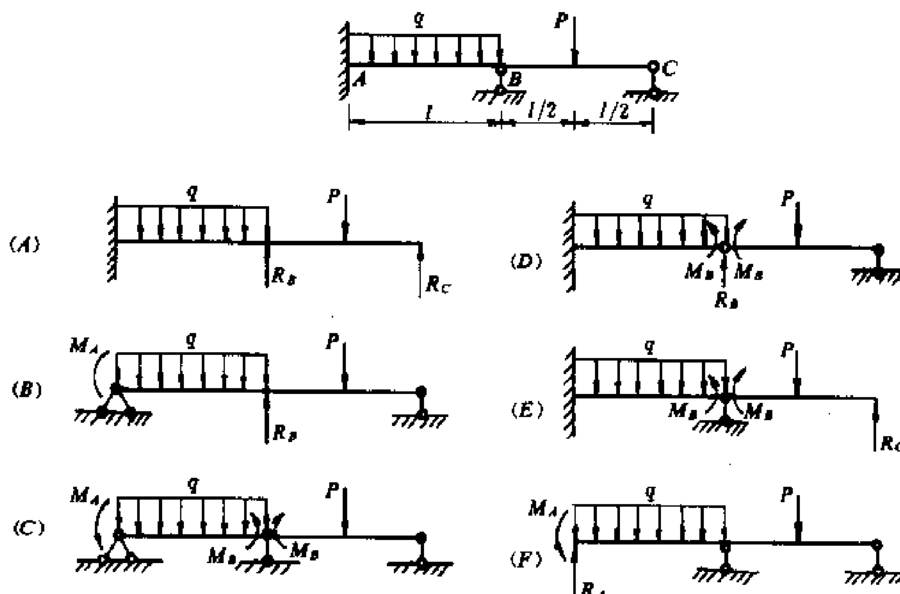
题 7—49 图

7—49　两端固定的梁受反对称荷载作用如图所示。解此超静定梁时，在利用对称性原理后，还需要利用变形协调条件建立补充方程式的个数是(　　　)。

(A) 一个　(B) 二个　(C) 三个

变形协调条件是________。

7—50　超静定梁及其相当系统如图所示，其中不正确的相当系统为(　　　)。正确的相当系统的变形协调条件分别是________。



题 7—50 图

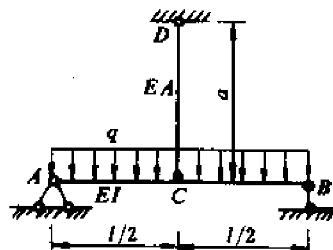
7—51　画出图示超静定结构的相当系统，其相应的变形协调方程为________。

7—52　取图示超静定梁的 B 支座为多余约束，利用该支座处 B 截面位移为零的条件，建立的补充方程式是(　　　)。

(A) $\frac{8Pa^3}{3EI}-\frac{9R_Ba^3}{3EI}=0$　(B) $\frac{9Pa^3}{3EI}-\frac{9R_Ba^3}{3EI}=0$

(C) $\frac{8Pa^3}{3EI}-\frac{8R_Ba^3}{3EI}=0$　(D) $\frac{8Pa^3}{3EI}+\frac{2Pa^3}{EI}-\frac{9R_Ba^3}{EI}=0$

(E) $\frac{8Pa^3}{3EI}-\frac{8R_Ba^3}{3EI}-\frac{4R_Ba^3}{2EI}=0$

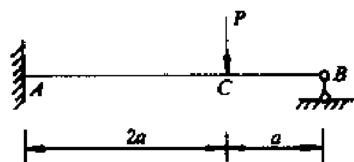


题 7—51 图

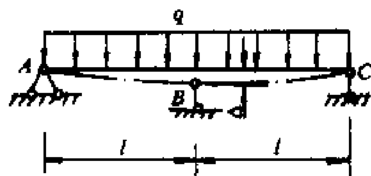
7—53　直梁 ABC 在承受荷载前搁置在支座 A、C 上，梁与支座 B 间有一间隙 Δ。当加上均布载荷 q 后，梁发生弯曲变形而与支座 B 接触。为求各支座反力，取支座 B 为多余约束，并设多余约束反力 R_B 向上，则利用 B 支座处的位移条件建立的补充方程是(　　　)。

(A) $\dfrac{5q(2l)^4}{384EI}-\Delta=0$　　(B) $\dfrac{5q(2l)^4}{384EI}-\dfrac{R_B(2l)^3}{48EI}=0$

(C) $\dfrac{5q(2l)^4}{384EI}-\dfrac{R_B(2l)^3}{48EI}-\Delta=0$　　(D) $\dfrac{5q(2l)^4}{384EI}-\dfrac{R_B(2l)^3}{48EI}+\Delta=0$



题 7—52 图



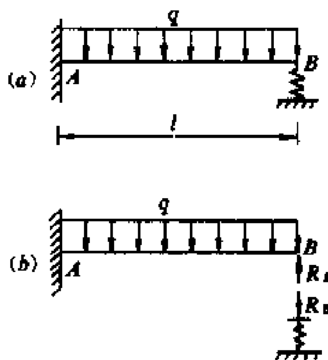
题 7—53 图

7—54　梁的抗弯刚度为 EI，A 端固定，B 端为弹簧支承(图 a)，弹簧常数为 k。若解除 B 端的弹簧约束(图 b)，代之以反力 R_B，则正确的补充方程式是(　　)。

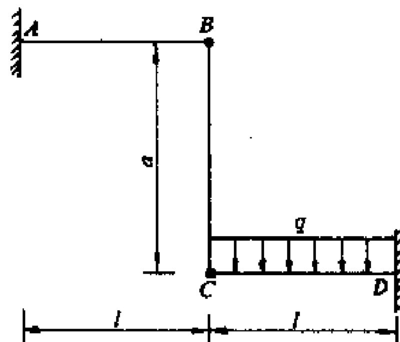
(A) $\dfrac{ql^4}{8EI}-\dfrac{R_Bl^3}{3EI}=0$　　(B) $\dfrac{ql^4}{8EI}-\dfrac{R_Bl^3}{3EI}=\dfrac{R_B}{k}$

(C) $\dfrac{ql^4}{8EI}-\dfrac{R_Bl^3}{3EI}=-\dfrac{R_B}{k}$　　(D) $\dfrac{ql^4}{8EI}-\dfrac{R_Bl^3}{3EI}=kR_B$

(E) $\dfrac{ql^4}{8EI}-\dfrac{R_Bl^3}{3EI}=-kR_B$



题 7—54 图



题 7—55 图

7—55　图示结构，梁 AB 和 CD 的抗弯刚度均为 EI，杆 BC 的抗拉刚度为 EA。

(1) 在图示荷载作用下，该结构是(　　)。

(A) 静定　　(B) 一次超静定

(C) 二次超静定　　(D) 三次超静定

(2) 设在 C 铰处将 BC 杆与 CD 梁断开，以多余未知力 R_C(设为是对 BC 杆的拉力)代替，则利用 C 结点处的位移条件建立的补充方程式是(　　)。

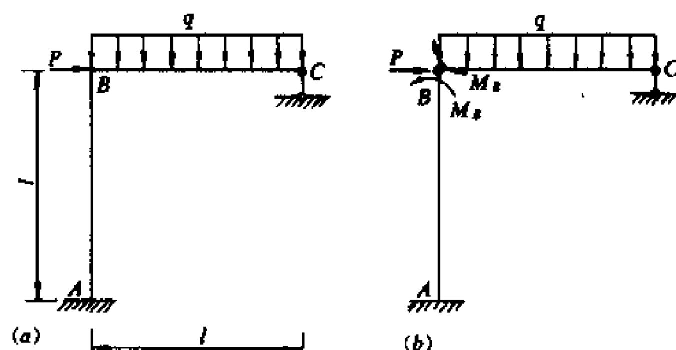
(A) $\dfrac{ql^4}{8EI}=\dfrac{R_Ca}{EA}$　　(B) $\dfrac{ql^4}{8EI}-\dfrac{R_Cl^3}{3EI}=\dfrac{R_Ca}{EA}+\dfrac{R_Cl^3}{3EI}$

(C) $\dfrac{ql^4}{8EI}-\dfrac{R_Cl^3}{3EI}=\dfrac{R_Ca}{EA}-\dfrac{R_Cl^3}{3EI}$　　(D) $\dfrac{ql^4}{8EI}+\dfrac{R_Cl^3}{3EI}=\dfrac{R_Ca}{EA}+\dfrac{R_Cl^3}{3EI}$

7—56　图示刚架为一次超静定(图 a)，各杆的抗弯刚度均为 EI。现以铰代替 B 处的刚结点(图 b)，则多余未知力为 B 处截面上的弯矩 M_B，正确的补充方程式是(　　)。

(A) $\frac{M_B l}{3EI}+\frac{ql^3}{24EI}=\frac{M_B l}{EI}+\frac{Pl^2}{2EI}$　　(B) $\frac{M_B l}{3EI}+\frac{ql^3}{24EI}=-\frac{M_B l}{EI}+\frac{Pl^2}{2EI}$

(C) $\frac{M_B l}{3EI}+\frac{ql^3}{24EI}=\frac{M_B l}{EI}-\frac{Pl^2}{2EI}$　　(D) $\frac{M_B l}{3EI}+\frac{ql^2}{24EI}=-\frac{M_B l}{EI}-\frac{Pl^2}{2EI}$

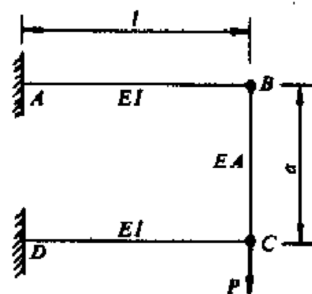


题 7—56 图

7—57　结构受载如图所示。AB 梁内的最大弯矩 M_1 和 CD 梁内的最大弯矩 M_2 之比 M_1/M_2 为(　　)。

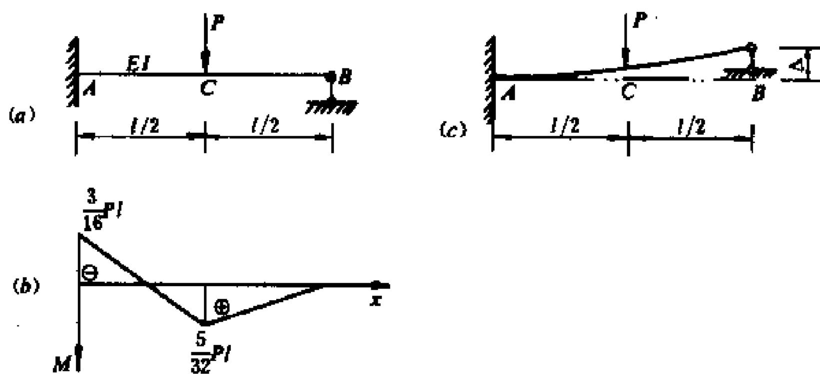
(A) >1　　(B) =1

(C) <1　　(D) 不能确定



题 7—57 图

7—58　超静定梁及其弯矩图分别如图(a)、(b)所示。由弯矩图知 $|M_A|>M_C$。若在加载前适当抬高 B 支座(图 c),可以改变 A、C 横截面的弯矩值。为使梁的承载能力为最大,应使________,此时 $R_B=$________,$\Delta=$________。



题 7—58 图

7—59　图示结构中,梁 AB 的抗弯刚度为 EI,杆 1、2 的抗拉刚度为 EA,设 $I=Aa^2$。

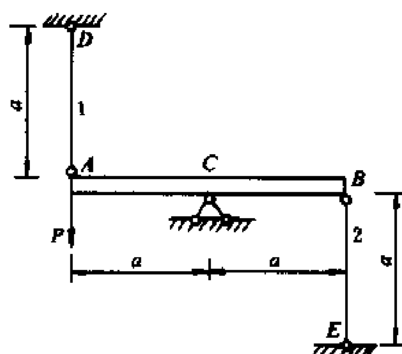
(1) 画出求解此超静定问题的相当系统;

(2) 变形协调条件的表达式是________,相应的补充方程式是________。

7—60　利用对称性原理选择并画出图示各梁的相当系统,其相应的变形协调条件分别是 a:________,b:________。

7—61　图示梁 AB 的左端相对于右端向上垂直移动 Δ 到 A'点后被固定。画出梁挠曲线

的大致形状和相当系统，其相应的变形协调条件是________。



题 7—59 图

7—62 图示梁 AB 的 A 截面旋转一个微小角度 θ 后固定。画出梁挠曲线的大致形状和相当系统，其相应的变形协调条件是________。

7—63 在一直线上打入 n 个半径为 r 的圆桩，桩的间距为 l，将抗弯刚度为 EI 的钢板插入圆桩之间，如图所示。设圆桩为刚性。

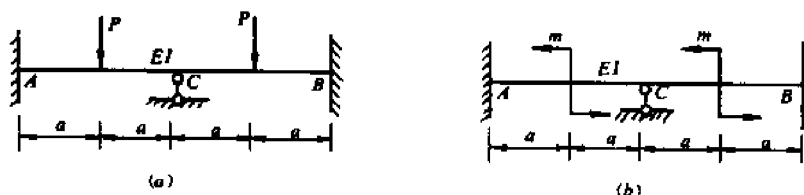
(1) 试画出求钢板内力的计算简图；

(2) 列出变形协调条件。

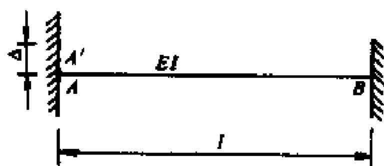
7—64 一半径为 R 的刚性圆盘，与两根长为 l，抗弯刚度为 EI 的梁固结在一起，如图所示。在圆盘平面内作用一集中力偶 m，使圆盘产生微小转角 ϕ。

(1) 分别画出圆盘和梁的受力图，并画出梁挠曲线的大致形状；

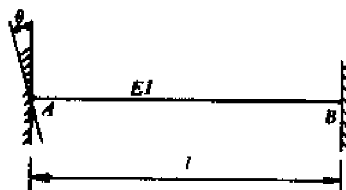
(2) 列出求梁 A(或 C)截面上内力的平衡方程和变形协调方程。



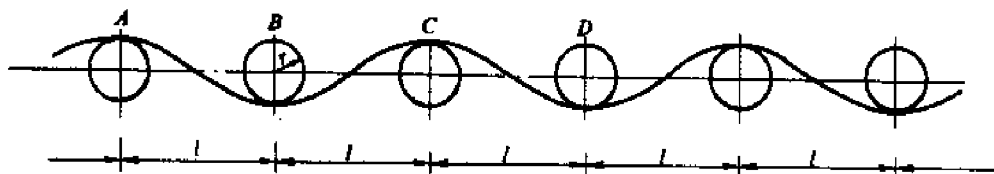
题 7—60 图



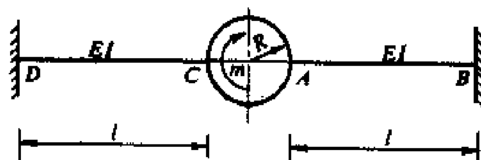
题 7—61 图



题 7—62 图



题 7—63 图

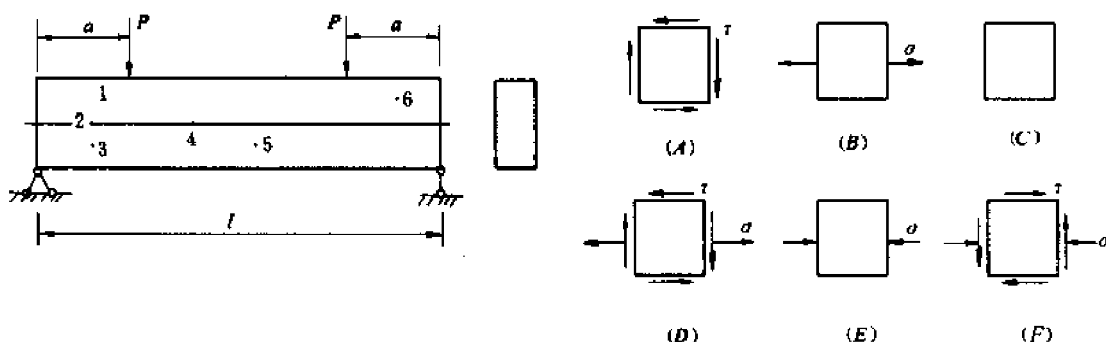


题 7—64 图

第八章 应力状态分析

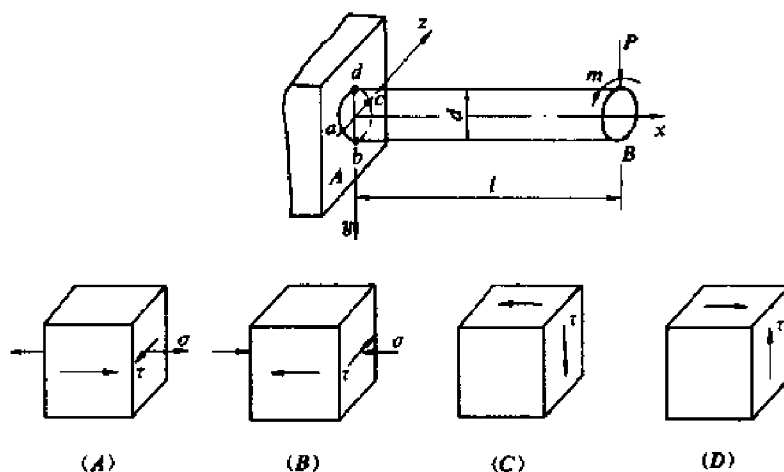
§8-1 一点处的应力状态

8—1 试分别指出图示矩形截面简支梁中的1、2、3、4、5、6各点所对应的单元体。



题8—1图

8—2 由A3钢制成的圆杆受力如图所示。与危险截面 A 上 a、b、c、d 点分别对应的单元体应是 a: ________, b: ________, c: ________, d: ________。



题8—2图

§8-2 平面应力状态分析

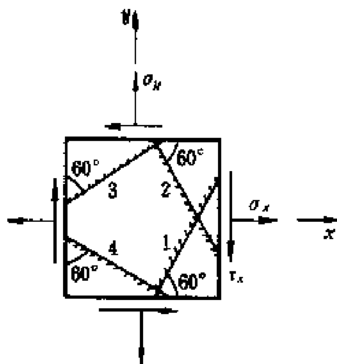
8—3 分别写出与图示平面应力状态单元体上1、2、3、4斜截面对应的方位角：α_1 = ________, α_2 = ________, α_3 = ________, α_4 = ________。

8—4 在图示四个剪应力中，剪应力为负的是(　　)。

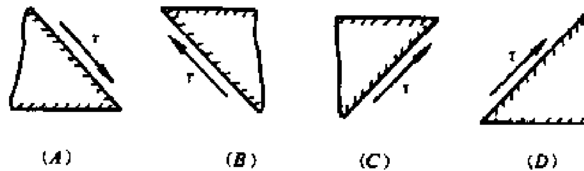
8—5 指出下列两种解题方法错误的原因。

(1) 图(a)所示单向应力状态中,σ 为已知,将 σ 沿图中 45°斜截面的法向和切向分解,可得 $\sigma_{45^\circ}=\sigma\cos45^\circ$, $\tau_{45^\circ}=\sigma\sin45^\circ$。

(2) 由图(b)所示 A 点的平衡条件得,$\sigma_x=-\tau_{yx}$, $\sigma_y=-\tau_{xy}$。

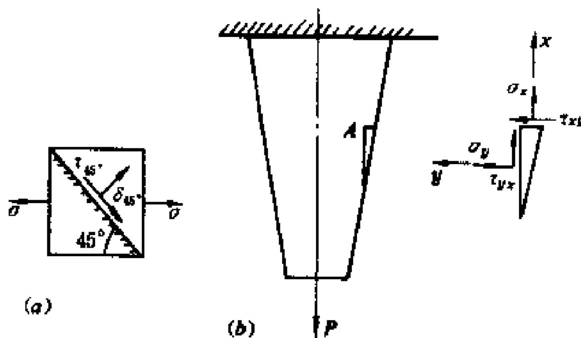


题 8—3 图

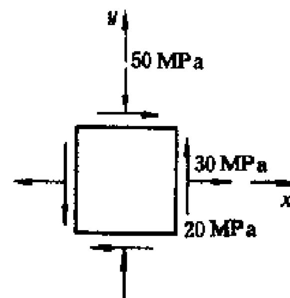


题 8—4 图

8—6 在图示单元体中,$\sigma_x=$________, $\sigma_y=$________, $\tau_x=$________, $\tau_y=$________。

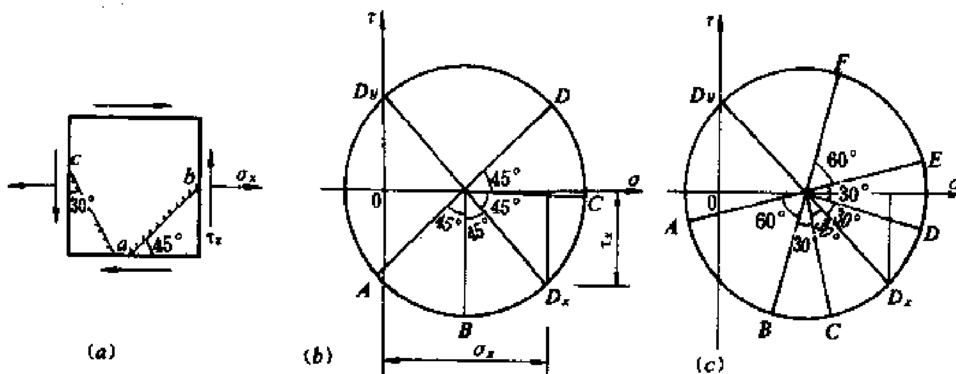


题 8—5 图



题 8—6 图

8—7 图示平面应力状态的单元体及其应力圆如图所示。在图(b)所示的应力圆上与 ab 斜截面对应的点是________,在图(c)所示的应力圆上与 ac 斜截面对应的点是________。

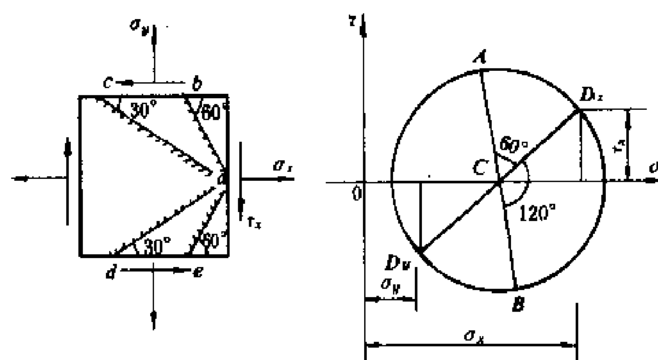


题 8—7 图

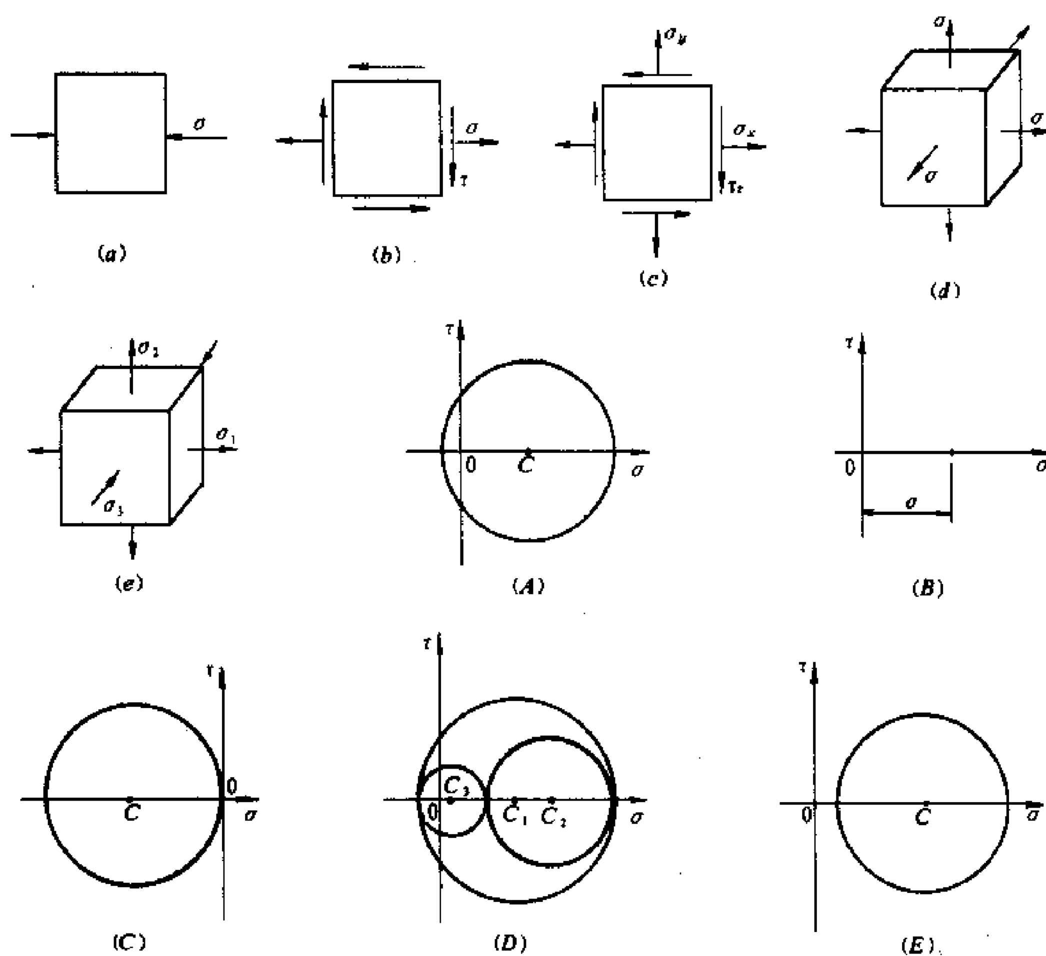
8—8 平面应力状态单元体及其应力圆如图所示。与应力圆上 A 点所对应的单元体上的斜截面是________,与应力圆上 B 点所对应的单元体上的斜截面是________。

8—9 试分别指出与图示单元体对应的应力圆:(a)________,(b)________,(c)

________,(*d*)________,(*e*)________。



题 8—8 图



题 8—9 图

8—10 单元体及其应力圆分别如图(*a*)、(*b*)所示,试在应力圆上标出与 *ab*、*ac* 斜截面所对应的点。

8—11 单元体及应力圆分别如图(*a*)、(*b*)所示,试在单元体上示出与应力圆上 *a*、*b* 两点所对应的斜截面的位置。

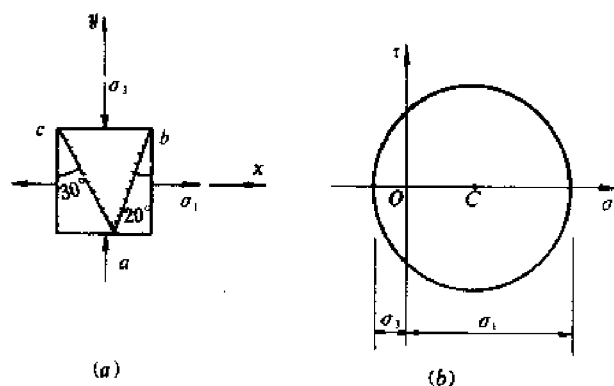
8—12 平面应力状态的单元体及其应力圆如图所示。*ef* 斜截面上的正应力和剪应力应是(　　)。

(A) 与 $D_{\alpha1}$对应，　　$\sigma_\alpha=-15\text{MPa}, \tau_\alpha=8.66\text{MPa}$

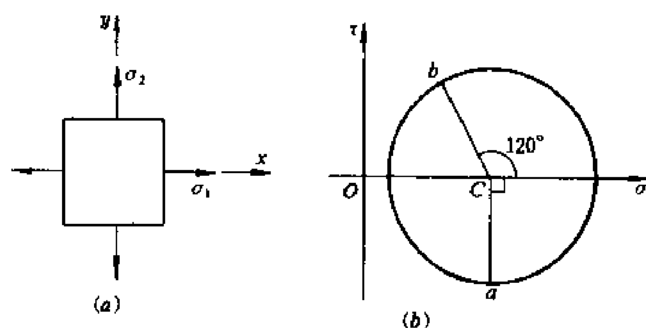
(B) 与 $D_{\alpha2}$对应，　　$\sigma_\alpha=-25\text{MPa}, \tau_\alpha=8.66\text{MPa}$

(C) 与 $D_{\alpha3}$对应，　　$\sigma_\alpha=-25\text{MPa}, \tau_\alpha=-8.66\text{MPa}$

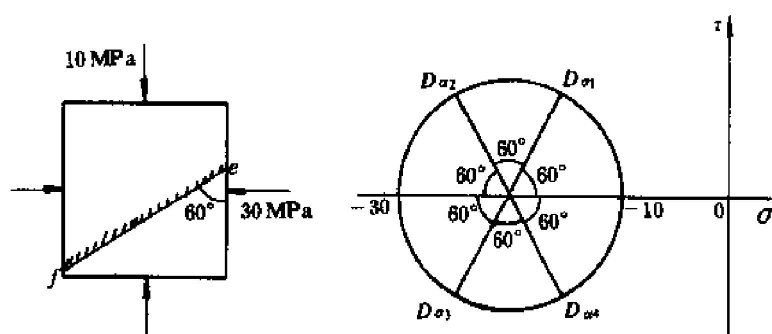
(D) 与 $D_{\alpha4}$对应，　　$\sigma_\alpha=-15\text{MPa}, \tau_\alpha=-8.66\text{MPa}$



题 8—10 图



题 8—11 图



题 8—12 图

8—13　平面应力状态的单元体及其应力圆如图(a)所示。

(1) 在应力圆上与 ef 斜截面上应力值对应的点是________。

(2) 单元体的主应力是(　　　　)。

(A) $\sigma_1=8.3\text{MPa}, \sigma_2=-48.3\text{MPa}$

(B) $\sigma_1=8.3\text{MPa}, \sigma_2=-48.3\text{MPa}, \sigma_3=0$

(C) $\sigma_1=8.3\text{MPa},\sigma_2=0,\sigma_3=-48.3\text{MPa}$

(D) $\sigma_1=0,\sigma_2=8.3\text{MPa},\sigma_3=-48.3\text{MPa}$

(3) 由应力圆上量得 $\angle D_xCB=45°$，则 σ_1 的主平面的外法线与 x 轴的夹角 α_0 是(　　)。

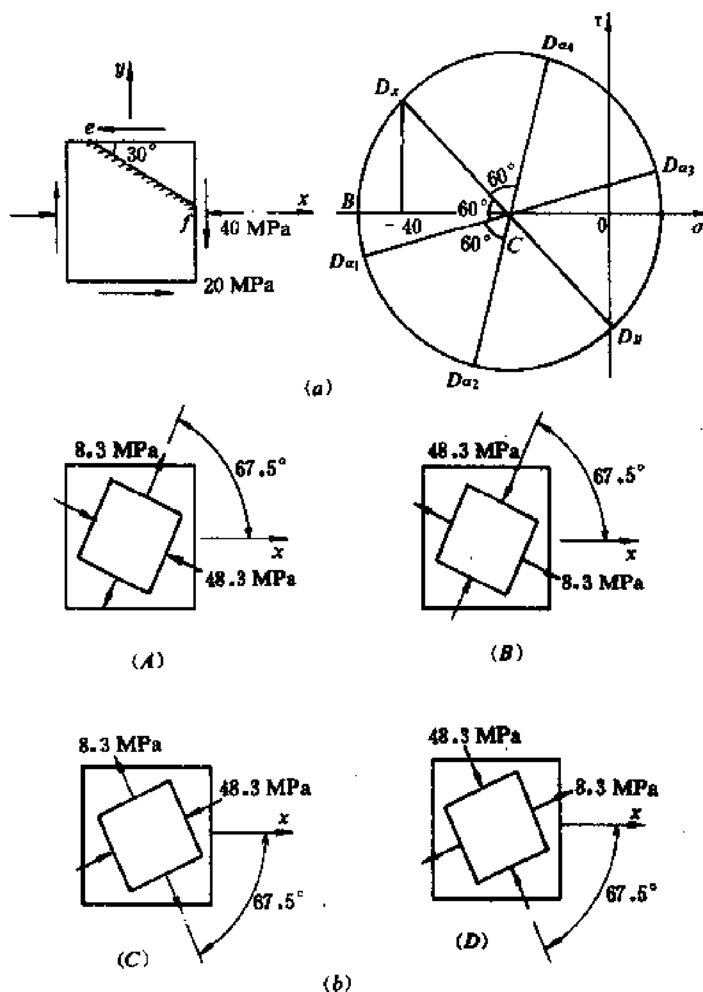
(A) 22.5°　(B) −22.5°　(C) 67.5°　(D) −67.5°

(4) 在用主单元体表示该应力状态时(图 b)，其正确的形式是(　　)。

(5) 该应力状态的最大剪应力 τ_{max}是(　　)。

(A) $\frac{\sigma_1-\sigma_2}{2}=4.15\text{MPa}$　　(B) $\frac{\sigma_1}{2}=4.15\text{MPa}$

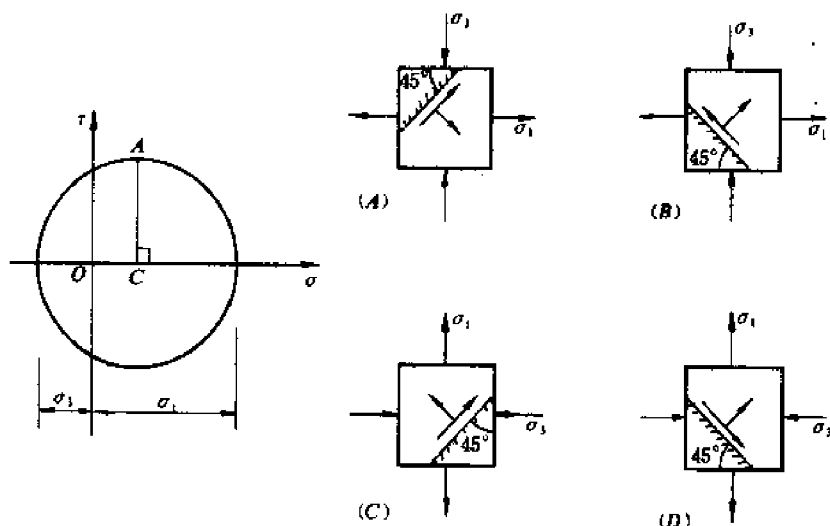
(C) $\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}=28.3\text{MPa}$　　(D) $\frac{\sigma_2-\sigma_3}{2}=24.15\text{MPa}$



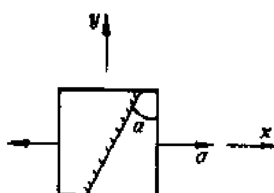
题 8—13 图

8—14　已知平面应力状态单元体的应力圆如图所示，则与应力圆对应的单元体为图(　　)。

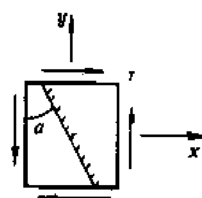
8—15　作出图示单向应力状态单元体的应力圆。利用应力圆得出图示 α 斜截面的应力为$\sigma_\alpha=$ ________，$\tau_\alpha=$ ________，以及 $\tau_{max}=$ ________，τ_{max}的作用面和 x 轴的夹角 $\alpha_1=$ ________。



题 8—14 图



题 8—15 图



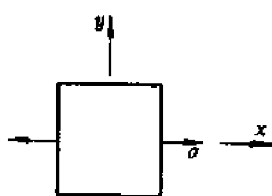
题 8—16 图

8—16　作出图示纯剪切应力状态单元体的应力圆。利用应力圆得到图示 α 斜截面的应力 σ_α = ________，τ_α = ________，以及 σ_{max} = ________，σ_{max} 的作用面和 x 轴的夹角 β = ________。

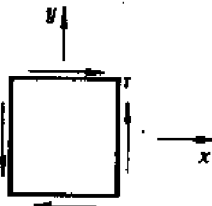
8—17　用应力圆求出图示单向应力状态的 σ_{30° = ________，σ_{-60° = ________。

8—18　用应力圆求出图示纯剪切应力状态的 σ_{45° = ________，σ_{-45° = ________。

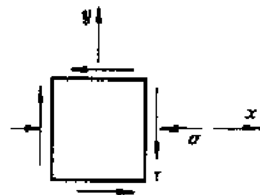
8—19　用应力圆求出图示单元体的主应力 σ_1 = ________，σ_2 = ________，σ_3 = ________；正负 45°斜截面上的正应力 σ_{45° = ________，σ_{-45° = ________。



题 8—17 图



题 8—18 图



题 8—19 图

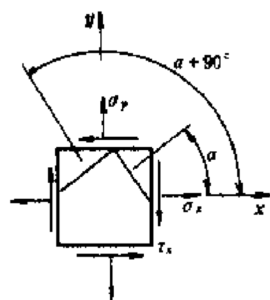
8—20　平面应力状态单元体如图所示，试用应力圆证明：

(1) 单元体任意两个互相垂直截面上的剪应力数值恒相等，而正负号相反；

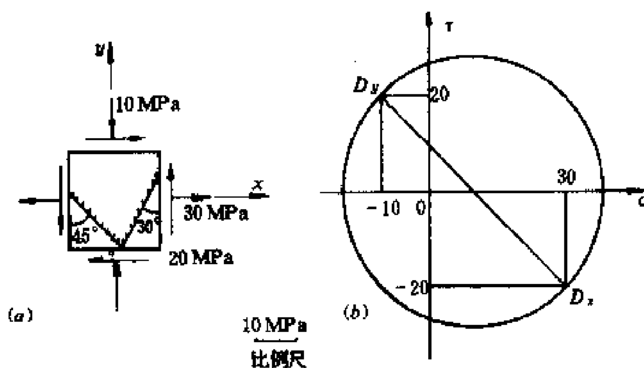
(2) 任意两个互相垂直截面上的正应力之和为常数，即 $\sigma_\alpha + \sigma_{\alpha+90^\circ} = \sigma_x + \sigma_y = C$。

8—21　与图(a)所示单元体对应的应力圆，如图(b)所示。在应力圆上标出：

(1) 与主应力相对应的点及与主平面相对应的夹角；(2) 与最大剪应力相对应的点。

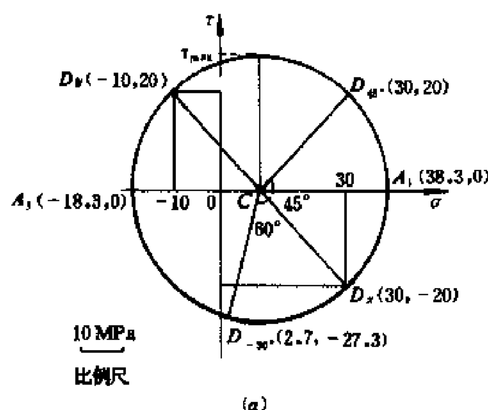


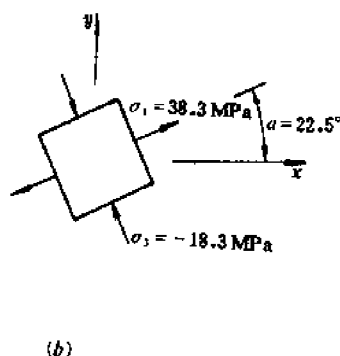
题 8—20 图

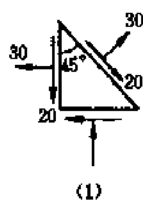


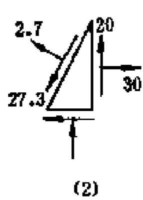
题 8—21 图

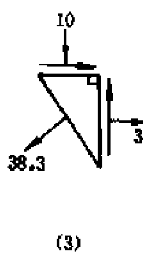
8—22 利用应力圆(图 a)算得 8—21 题斜截面上的应力和主应力为 $\sigma_{45^\circ}=30\text{MPa}$，$\tau_{45^\circ}=20\text{MPa}$，$\sigma_{-30^\circ}=2.7\text{MPa}$，$\tau_{-30^\circ}=-27.3\text{MPa}$，$\sigma_1=38.3\text{MPa}$，$\sigma_2=0$，$\sigma_3=-18.3\text{MPa}$。主单元体如图($b$)所示。若把该应力状态的已知条件改变为下列(1)～(8)的各种情况，试根据不同的已知条件分析，画出应力圆。图中应力单位均为 MPa。

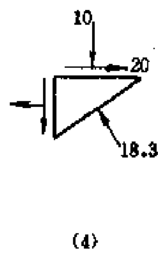


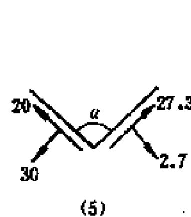


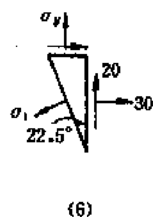


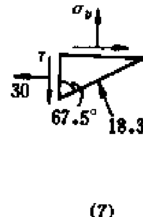


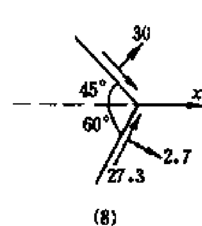










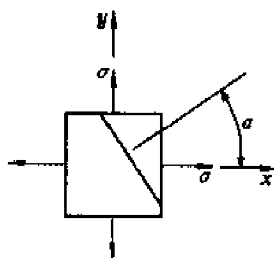


题 8—22 图

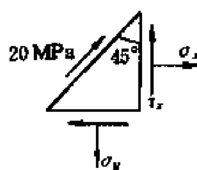
8—23 图示单元体 α 截面上的应力为 $\sigma_\alpha=$________，$\tau_\alpha=$________。

8—24 一点处的应力状态如图所示。已知斜面上的正应力为零，剪应力 $\tau_\alpha=20\text{MPa}$，两个主应力之和为 $\sigma_1+\sigma_3=100\text{MPa}$。试画出应力圆，并求得 $\sigma_x=$________，$\sigma_y=$________，$\tau_x=$________。

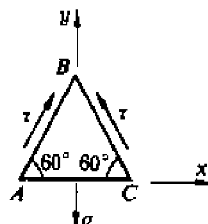
8—25　一点的应力状态如图所示。AB、BC 面上均仅有 τ 作用，AC 面上 $\sigma = 60\text{MPa}$，剪应力为零，画出其应力圆。



题 8—23 图



题 8—24 图



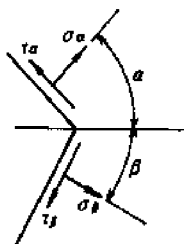
题 8—25 图

8—26　单元体的 α 面和 β 面上的应力如图所示。已知 $\sigma_\alpha = \sigma_\beta$，$\tau_\alpha = -\tau_\beta$，若 α 和 β 面之间的夹角未给出，能否画出应力圆？

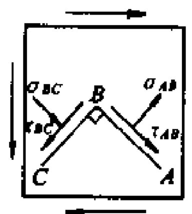
8—27　图示纯剪切应力状态的单元体，其 AB、BC 两截面互相垂直，则两截面上应力的关系为(　　　)。

(A) $\sigma_{AB} = -\sigma_{BC}$，$\tau_{AB} = \tau_{BC}$　　　(B) $\sigma_{AB} = -\sigma_{BC}$，$\tau_{AB} = -\tau_{BC}$

(C) $\sigma_{AB} > \sigma_{BC}$，$\tau_{AB} > \tau_{BC}$　　　(D) $\sigma_{AB} < \sigma_{BC}$，$\tau_{AB} < \tau_{BC}$



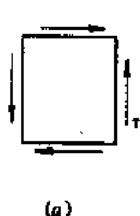
题 8—26 图



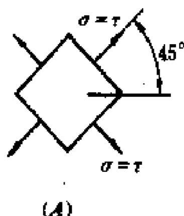
题 8—27 图

8—28　与图(a)所示纯剪切应力状态等价的单元体是(　　　)。

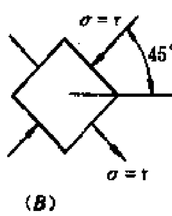
8—29　一点处的应力状态如图所示。已知 AB、BC 面上仅有剪应力 τ 作用，则 AC 面上的应力 σ_{AC} = ________，τ_{AC} = ________。



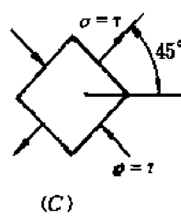
(a)



(A)

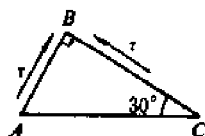


(B)

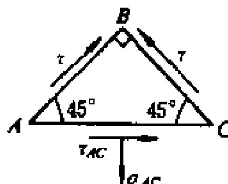


(C)

题 8—28 图



题 8—29 图



题 8—30 图

8—30　图示用等腰直角三角形表示的应力状态中，已知 AB、BC 边上只有剪应力 τ，则 AC 边上的应力为(　　　)。

(A) $\sigma_{AC}=\tau, \tau_{AC}=\tau$　　　(B) $\sigma_{AC}=\tau, \tau_{AC}=0$

(C) $\sigma_{AC}=\sqrt{2}\tau, \tau_{AC}=\tau$　　　(D) $\sigma_{AC}=\sqrt{2}\tau, \tau_{AC}=0$

§8-3　三向应力状态分析

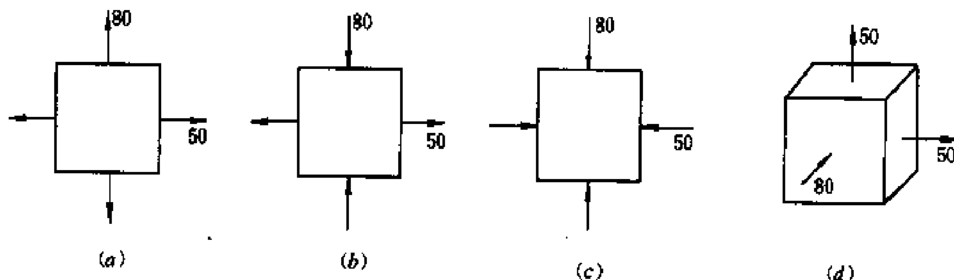
8—31　图示各单元体的应力单位均为 MPa，它们的主应力和最大剪应力分别是：

(a) $\sigma_1=$________，$\sigma_2=$________，$\sigma_3=$________，$\tau_{max}=$________。

(b) $\sigma_1=$________，$\sigma_2=$________，$\sigma_3=$________，$\tau_{max}=$________。

(c) $\sigma_1=$________，$\sigma_2=$________，$\sigma_3=$________，$\tau_{max}=$________。

(d) $\sigma_1=$________，$\sigma_2=$________，$\sigma_3=$________，$\tau_{max}=$________。



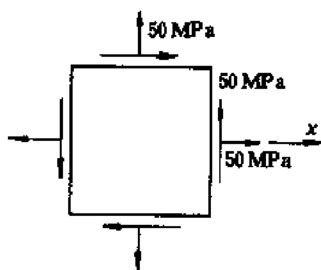
题 8—31 图

8—32　试用应力圆求图示单元体的 $\sigma_1=$________，$\sigma_2=$________，$\sigma_3=$________，$\tau_{max}=$________；由 x 轴转至 σ_1 方向的夹角 $\alpha_0=$________；该单元体是________向应力状态。

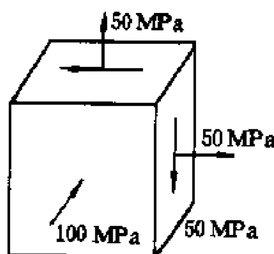
8—33　图示单元体的应力状态应是(　　　)。

(A) 单向应力状态　　　(B) 一般的二向应力状态

(C) 纯剪切应力状态　　　(D) 三向应力状态



题 8—32 图



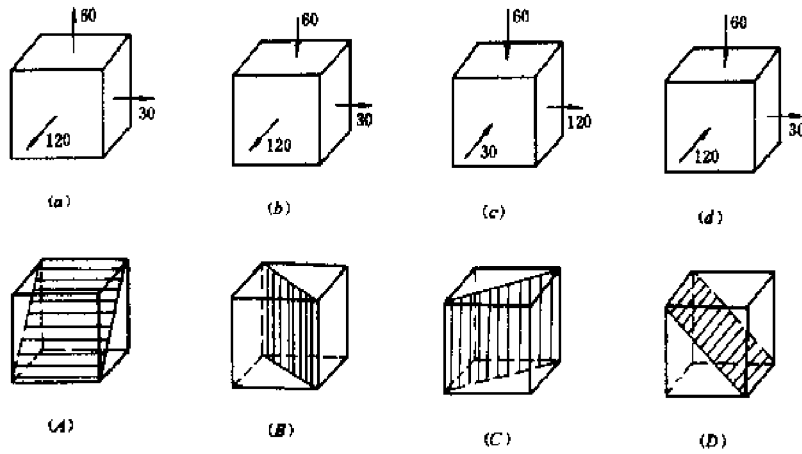
题 8—33 图

8—34　与图(a)、(b)、(c)、(d)各应力状态对应的最大剪应力作用面(用阴影面表示)是：(a)________，(b)________，(c)________，(d)________。图中应力单位均为 MPa。

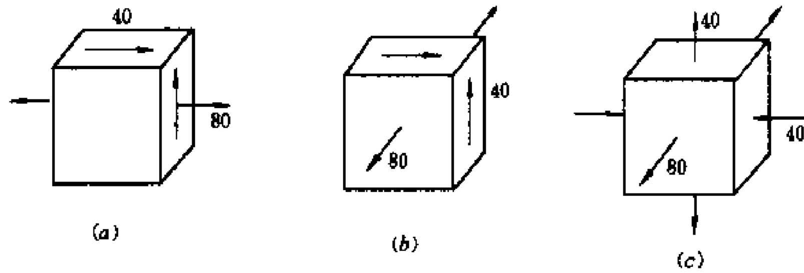
8—35　图示三个单元体，它们的最大剪应力相等的是(　　)。图中应力单位均为 MPa。

(A) a 和 b　(B) b 和 c　(C) a 和 c　(D) a、b 和 c

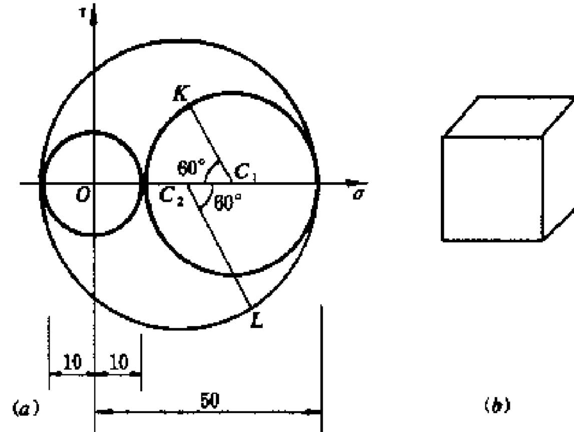
8—36　某单元体的应力圆如图(a)所示。试在单元体(图 b)上标出相应的应力，并示出应力圆上的 K、L 点所对应的斜截面。图中应力单位均为 MPa。



题 8—34 图

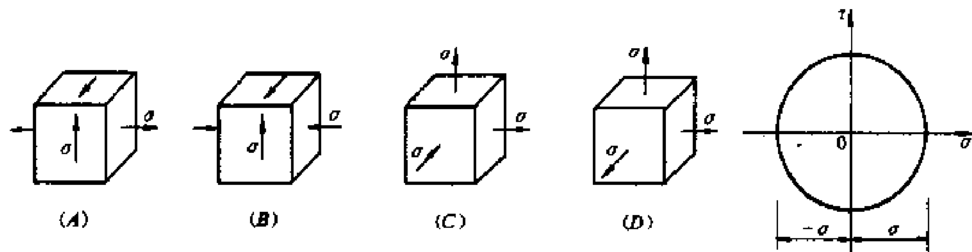


题 8—35 图



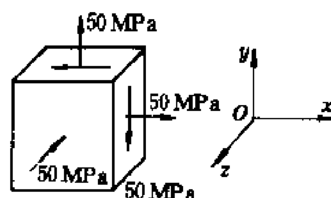
题 8—36 图

8—37 下列单元体中,与图示应力圆不相对应的为(　　　)。



题 8—37 图

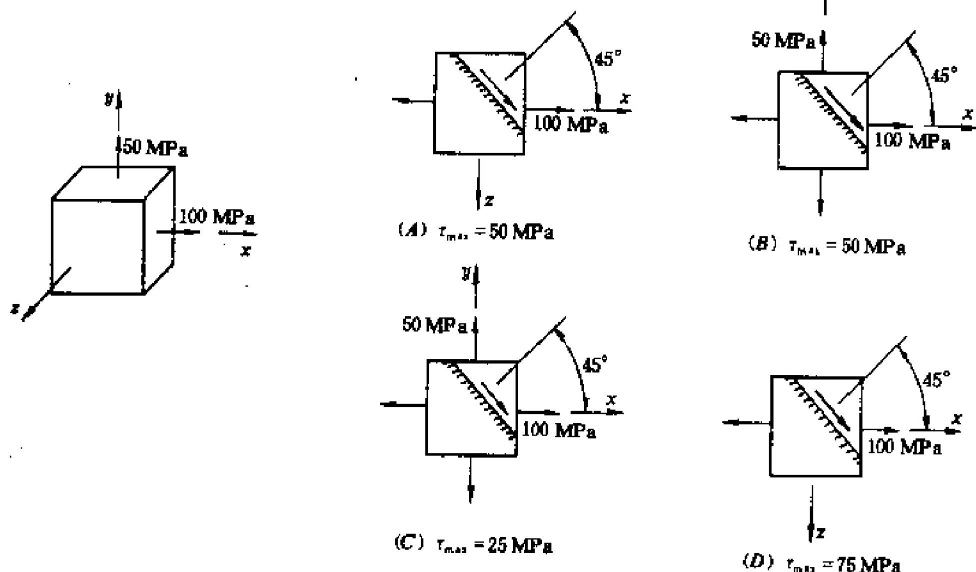
8—38　用应力圆求得图示单元体的主应力 $\sigma_1=$ ________ MPa，$\sigma_2=$ ________ MPa，$\sigma_3=$ ________ MPa。由 x 轴转至 σ_1 方向的夹角 $\alpha_0=$ ________。该单元体是________向应力状态，最大剪应力 $\tau_{\max}=$ ________。



题 8—38 图

8—39　单元体上的应力如图所示。下列用平面投影表示单元体最大剪应力 $\tau_{\max}$ 的数值、指向及作用面方位的图中，正确的为(　　)。

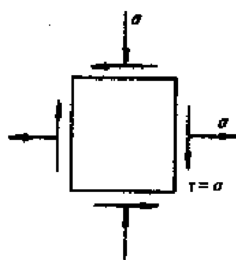
8—40　图示单元体的主应力 $\sigma_1=$ ________，$\sigma_2=$ ________，$\sigma_3=$ ________，最大剪应力 $\tau_{\max}=$ ________。



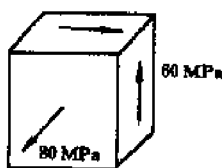
题 8—39 图

8—41　图示单元体的最大剪应力 $\tau_{\max}=$ ________。

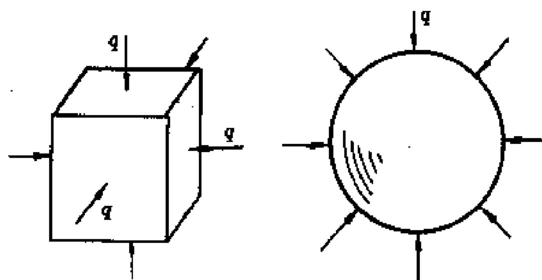
8—42　在整个外表面上都受到均布压力作用的正方体和球体如图所示。今从两者中任一点取出的单元体是________向应力状态，该单元体的应力圆是________，该单元体任一斜截面上的正应力 $\sigma=$ ________，剪应力 $\tau=$ ________。



题 8—40 图



题 8—41 图



题 8—42 图

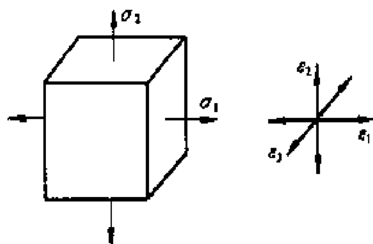
§8-4　应力与应变之间的关系

8—43　已知图示二向应力状态的主应变 ε_1、ε_2 和材料的泊松比 ν，则主应变 ε_3 应是(　　)。

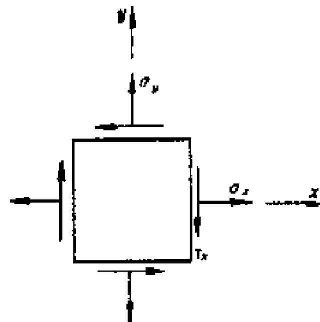
(A) $\nu(\varepsilon_1+\varepsilon_2)$　　(B) $-\nu(\varepsilon_1+\varepsilon_2)$

(C) $-\frac{\nu}{1-\nu}(\varepsilon_1+\varepsilon_2)$　　(D) $\frac{\nu}{1-\nu}(\varepsilon_1+\varepsilon_2)$

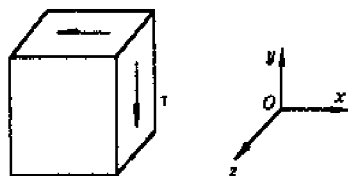
8—44　二向应力状态如图所示。已知在 xy 平面内的最大剪应变 $\gamma_{\max}=5\times10^{-4}$,材料的弹性常数 $E=200\text{GPa},\nu=0.25$,则 xy 平面内的最大剪应力 $\tau_{\max}=$________;现进一步知道 $\sigma_x+\sigma_y=20\text{MPa}$,则主应力 $\sigma_1=$________ MPa,$\sigma_2=$________ MPa,$\sigma_3=$________ MPa。



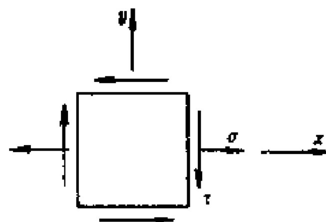
题 8—43 图



题 8—44 图



题 8—45 图



题 8—46 图

8—45　图示纯剪切应力状态沿 z 方向的线应变 ε_z 为(　　)。

(A) $\varepsilon_z>0$　(B) $\varepsilon_z=0$　(C) $\varepsilon_z\leqslant0$　(D) 不能确定

8—46　设图示平面应力状态的 $\sigma\neq0,\tau\neq0$,则下列结论中正确的是(　　)。

(A) $\sigma_1>0,\sigma_2=0,\sigma_3<0$　　(B) $\sigma_1\geqslant0,\sigma_2=0,\sigma_3\leqslant0$

(C) $\varepsilon_1>0,\varepsilon_2=0,\varepsilon_3<0$　　(D) $\varepsilon_1\geqslant0,\varepsilon_2=0,\varepsilon_3\leqslant0$

8—47　设上题中材料的弹性模量为 E,泊松比为 ν,则与 x 轴成 45°方向的正应力 σ_n 和线应变 ε_n 为(　　)。

(A) $\sigma_n=\frac{\sigma}{2}+\tau,\varepsilon_n=\frac{1}{E}\left(\frac{\sigma}{2}+\tau\right)$　　(B) $\sigma_n=\frac{\sigma}{2}-\tau,\varepsilon_n=\frac{1}{E}\left(\frac{\sigma}{2}-\tau\right)$

(C) $\sigma_n=\frac{\sigma}{2}+\tau,\varepsilon_n=\frac{1-\nu}{2E}\sigma+\frac{1+\nu}{E}\tau$　(D) $\sigma_n=\frac{\sigma}{2}-\tau,\varepsilon_n=\frac{1-\nu}{2E}\sigma-\frac{1+\nu}{E}\tau$

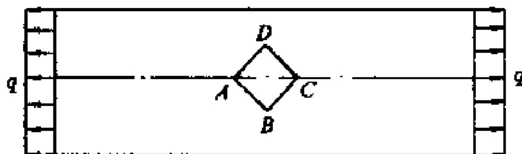
8—48　矩形截面钢杆受均布荷载 q 的轴向拉伸如图所示。未受载时杆表面上的 $ABCD$ 为正方形。受载后$\angle ABC$ 的角度改变量为________ rad。已知材料的弹性常数 E、ν。

8—49　在图示平面应力状态单元体中,已知 $\sigma_1=2\sigma_2$,材料的弹性常数 E、ν。是否存在 $\varepsilon_1=2\varepsilon_2$? 正确的 $\varepsilon_1=$________,$\varepsilon_2=$________。

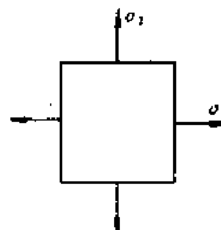
8—50　单向应力状态如图所示,材料的弹性常数为 E、ν,则沿 30°方向的线应变为(　　)。

(A) $\varepsilon_{30^\circ}=\frac{\sigma}{E}\cos30^\circ=\frac{\sqrt{3}\sigma}{2E}$　　(B) $\varepsilon_{30^\circ}=\frac{\sigma}{E}\cos30^\circ-\frac{\nu\sigma}{E}\cos60^\circ=\frac{\sqrt{3}-\nu}{2E}\sigma$

(C) $\varepsilon_{30^\circ}=\frac{\sigma_{30^\circ}-\nu\sigma_{-60^\circ}}{E}=\frac{\sigma}{4E}(3-\nu)$　　(D) $\varepsilon_{30^\circ}=\frac{\sigma_{30^\circ}+\nu\sigma_{-60^\circ}}{E}=\frac{\sigma}{4E}(3+\nu)$

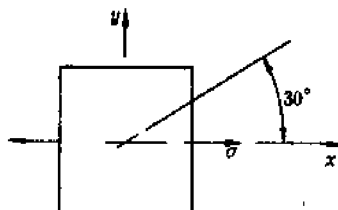


题 8—48 图

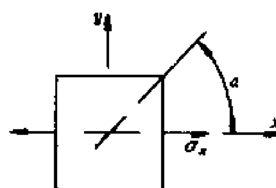


题 8—49 图

8—51　图示单向应力状态单元体，x 方向的线应变为 ε_x，ν 为材料的泊松比。与 x 方向成 α 角方向的正应力 $\sigma_\alpha=$________，与 x 方向成 $\alpha+90^\circ$ 角方向的正应力 $\sigma_{\alpha+90^\circ}=$________，则 α 角方向的线应变 ε_α 与线应变 ε_x 的关系是________。



题 8—50 图



题 8—51 图

8—52　平面应力状态如图所示。已知 $E=206\text{GPa}$，$\nu=0.28$，则 x 方向的线应变是(　　)。

(A) $\varepsilon_x=\frac{\sigma_x}{E}=\frac{30}{206\times10^3}=1.456\times10^{-4}$

(B) $\varepsilon_x=\frac{\sigma_x}{E}=-\frac{30}{206\times10^3}=-1.456\times10^{-4}$

(C) $\varepsilon_x=\frac{\sigma_x-\nu\sigma_y}{E}=\frac{-30-0.28\times50}{206\times10^3}=-2.136\times10^{-4}$

(D) $\varepsilon_x=\frac{\sigma_x-\nu\sigma_y}{E}=\frac{30-0.28\times50}{206\times10^3}=-0.777\times10^{-4}$

8—53　纯剪切应力状态如图所示。已知 τ 和材料的弹性常数 E、ν，则 45°方向的线应变为(　　)。

(A) 因为 $\varepsilon_x=\varepsilon_y=0$，所以 $\varepsilon_{45^\circ}=0$

(B) 因为 $\sigma_{45^\circ}=-\tau$，所以 $\varepsilon_{45^\circ}=-\frac{\tau}{E}$

(C) 因为 $\sigma_{45^\circ}=-\sigma_{-45^\circ}=-\tau$，所以 $\varepsilon_{45^\circ}=\frac{\sigma_{45^\circ}-\nu\sigma_{-45^\circ}}{E}=-\frac{1+\nu}{E}\tau$

(D) 因为 $\sigma_{45^\circ}=-\sigma_{-45^\circ}=\tau$，所以 $\varepsilon_{45^\circ}=\frac{\sigma_{45^\circ}-\nu\sigma_{-45^\circ}}{E}=\frac{1+\nu}{E}\tau$

8—54　平面应力状态如图所示。已知 σ、τ 和材料的弹性常数 E、ν，则 45°方向的线应变

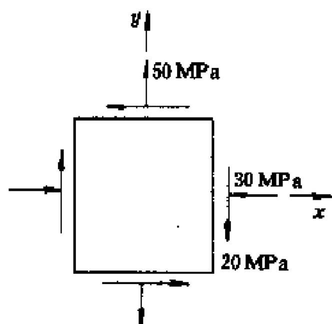
是(　　　)。

(A) 因为 $\varepsilon_x=\frac{\sigma}{E}$,所以 $\varepsilon_{45^\circ}=\frac{\sigma_x}{E}\cos45^\circ$

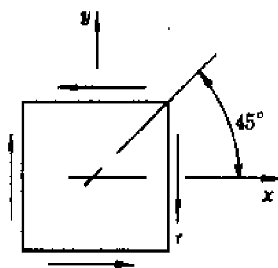
(B) 因为 $\sigma_{45^\circ}=\frac{\sigma}{2}-\tau$,所以 $\varepsilon_{45^\circ}=\frac{1}{E}\left(\frac{\sigma}{2}-\tau\right)$

(C) 因为 $\sigma_{45^\circ}=\frac{\sigma}{2}-\tau,\sigma_{-45^\circ}=\frac{\sigma}{2}+\tau$,所以 $\varepsilon_{45^\circ}=\frac{\sigma_{45^\circ}-\nu\sigma_{-45^\circ}}{E}=\frac{1-\nu}{2E}\sigma-\frac{1+\nu}{E}\tau$

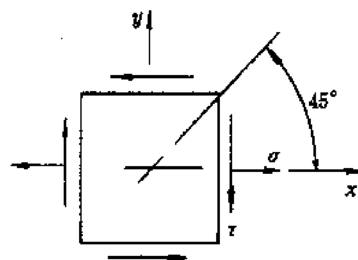
(D) 因为 $\sigma_{45^\circ}=\frac{\sigma}{2}-\tau,\sigma_{-45^\circ}=\frac{\sigma}{2}+\tau$,所以 $\varepsilon_{45^\circ}=\frac{\sigma_{45^\circ}+\sigma_{-45^\circ}}{2E}=\frac{\sigma}{2E}$



题 8—52 图



题 8—53 图



题 8—54 图

8—55　用直角应变花测得受力构件表面上某点处的线应变 ε_x、ε_y 和 ε_{45°。

(1) 该点处的应力分量是(　　　)。

(A) $\sigma_x=\frac{E}{1-\nu^2}(\varepsilon_x-\nu\varepsilon_y),\sigma_y=\frac{E}{1-\nu^2}(\varepsilon_y-\nu\varepsilon_x),\tau_x=\frac{E}{1-\nu}\left(\frac{\varepsilon_x-\varepsilon_y}{2}-\varepsilon_{45^\circ}\right)$

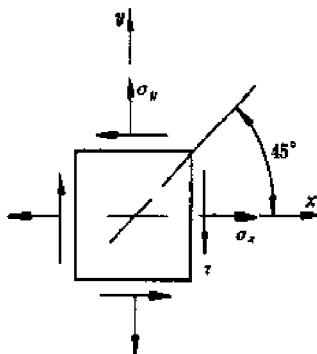
(B) $\sigma_x=\frac{E}{1-\nu^2}(\varepsilon_x+\nu\varepsilon_y),\sigma_y=\frac{E}{1-\nu^2}(\varepsilon_y+\nu\varepsilon_x),\tau_x=\frac{E}{1+\nu}\left(\frac{\varepsilon_x+\varepsilon_y}{2}-\varepsilon_{45^\circ}\right)$

(C) $\sigma_x=\frac{E}{1-\nu^2}(\varepsilon_y-\nu\varepsilon_x),\sigma_y=\frac{E}{1-\nu^2}(\varepsilon_x-\nu\varepsilon_y),\tau_x=\frac{E}{1-\nu}\left(\frac{\varepsilon_x+\varepsilon_y}{2}+\varepsilon_{45^\circ}\right)$

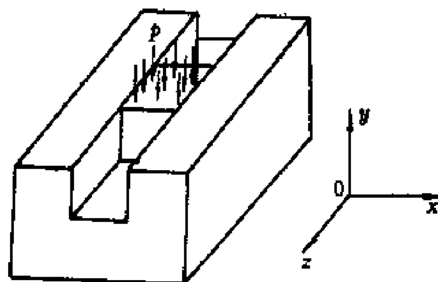
(D) $\sigma_x=\frac{E}{1-\nu^2}(\varepsilon_y+\nu\varepsilon_x),\sigma_y=\frac{E}{1-\nu^2}(\varepsilon_x+\nu\varepsilon_y),\tau_x=\frac{E}{1+\nu}\left(-\frac{\varepsilon_x+\varepsilon_y}{2}+\varepsilon_{45^\circ}\right)$

(2) 若测得该点处的线应变是 ε_x、ε_y 和 ε_{135°(或 ε_{-45°),则应力分量 $\tau_x=$ ________。

8—56　平面应力状态如图所示。已知 σ_x、σ_y、τ 及弹性常数 E、ν,则 45°方向的正应力 $\sigma_{45^\circ}=$ ________,−45°方向的正应力 $\sigma_{-45^\circ}=$ ________,于是 45°方向的线应变 $\varepsilon_{45^\circ}=$ ________。



题 8—56 图



题 8—57 图

8—57　一铝质立方体无间隙地置于刚体槽内，立方体的上表面受到均布压力 p 作用，已知铝的泊松比 ν。铝块内任一点是________向应力状态，其 $\sigma_y=$________，$\varepsilon_x=$________，$\sigma_z=$________，$\sigma_x=$________，$\varepsilon_y=$________，$\varepsilon_z=$________。

8—58　从某受力钢构件内取出单位厚度的长方体如图所示。它的前后两个面上无应力。已知 $\sigma_x=30\text{MPa}$，$\tau_x=-15\text{MPa}$，弹性模量 $E=200\text{GPa}$，泊松比 $\nu=0.3$，则对角线 AC 的长度改变量 Δl 为(　　)。

(A) 3.9×10^{-3}mm　　(B) 6.3×10^{-3}mm

(C) 9.3×10^{-3}mm　　(D) 3.6×10^{-3}mm

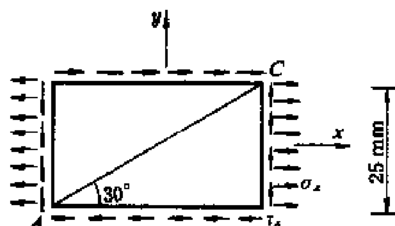
8—59　已知钢圆杆材料的弹性常数 E、ν，直径 d。在轴向拉力 P 作用时，测得沿 $m-m$ 方向线应变 ε(图 a)，试求轴向拉力 P。

解：取出单元体如图(b)所示。由 8—50 题得到启示，有 $\sigma_{-30°}=$________，$\sigma_{60°}=$________，$\sigma=$________，则 $P=$________。

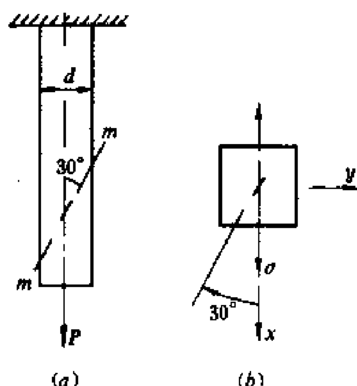
8—60　焊接工字钢梁受力如图(a)所示。已知 $E=206\text{GPa}$，$\nu=0.3$，$P=150\text{kN}$，$I_z=16.6\times10^6\text{mm}^4$。试求 C 点处的线应变 ε_x、ε_y 和 $\varepsilon_{45°}$。

解：于 C 点取出单元体如图(b)所示。C 点所在横截面上剪力 $Q=\dfrac{P}{2}=75\text{kN}$，弯矩 $M=75\times0.25=18.75\text{kN·m}$。由弯曲正应力和剪应力公式分别得 $\sigma_x=$________，$\tau_x=$________。

由 8—52 题得到启示，有 $\varepsilon_x=$________，$\varepsilon_y=$________。由 8—55 题得到启示，$\varepsilon_{45°}=$________。

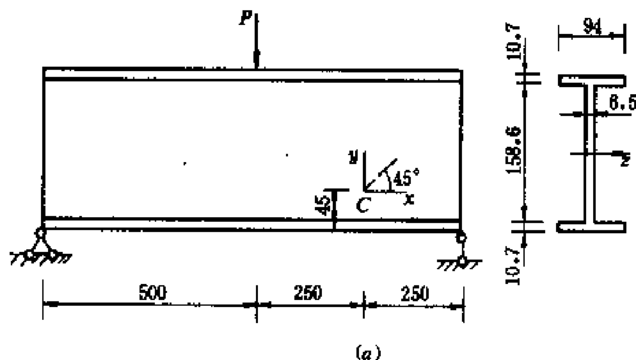


题 8—58 图



(a)　　(b)

题 8—59 图



94　10.7　6.5　158.6　z　10.7

y　C　σ_x　τ_x　x

(a)　　(b)

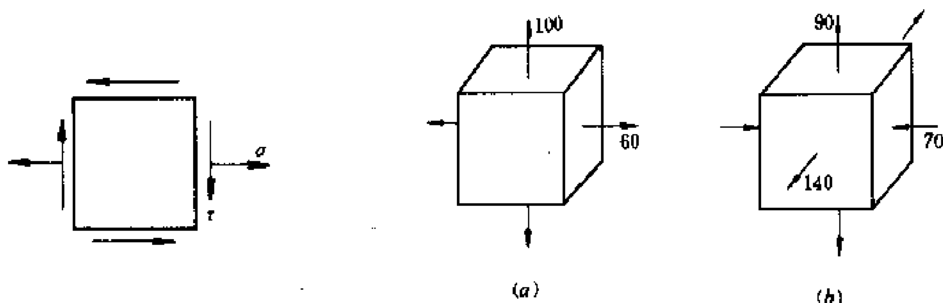
题 8—60 图

8—61　已知图示单元体的 σ、τ，材料的弹性常数 E、ν，其体积应变 $\theta=$________。

8—62　材料相同的两个单元体如图所示。这两个单元体的体积应变的关系是(　　)。图中应力单位为 MPa。

(A) $|\theta_a|>|\theta_b|$　　　　(B) $|\theta_a|<|\theta_b|$

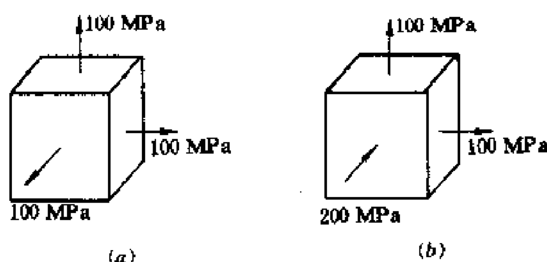
(C) $\theta_a=\theta_b$　　　　(D) $\theta_a=-\theta_b$



题 8—61 图　　　　题 8—62 图

8—63　实心圆球的直径为 d,材料的弹性常数为 E、ν,受静水压力 p(MPa)作用。该球的体积应变为 $\theta=$________,体积改变量 $\Delta V=$________,直径的改变量 $\Delta d=$________。

8—64　两个三向应力状态单元体如图(a)、(b)所示。无形状改变,有体积改变的是(　　);有形状改变,无体积改变的是(　　)。



题 8—64 图

8—65　下列结论错误的是(　　)。

(A) 如果主应变之和 $\varepsilon_1+\varepsilon_2+\varepsilon_3$ 为零,则体积应变为零

(B) 如果主应力之和 $\sigma_1+\sigma_2+\sigma_3$ 为零,则体积应变为零

(C) 如果泊松比 $\nu=0.5$,则体积应变为零

(D) 如果弹性模量 $E=0$,则体积应变为零

§8-5　三向应力状态的比能

8—66　三向应力状态的比能 $u=\frac{1}{2}(\sigma_1\varepsilon_1+\sigma_2\varepsilon_2+\sigma_3\varepsilon_3)$,是否通过叠加原理导出的？在下列一些说法中,正确的是(　　)。

(A) 是通过叠加原理导出的。因为仅有 σ_1 作用时,$u=\frac{1}{2}\sigma_1\varepsilon_1$;仅有 σ_2 作用时,$u=\frac{1}{2}\sigma_2\varepsilon_2$;仅有 σ_3 作用时,$u=\frac{1}{2}\sigma_3\varepsilon_3$;当 σ_1、σ_2、σ_3 共同作用时,$u=\frac{1}{2}(\sigma_1\varepsilon_1+\sigma_2\varepsilon_2+\sigma_3\varepsilon_3)$ 成立。

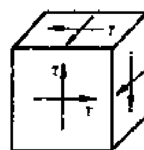
(B) 是通过叠加原理导出的。$u=\frac{1}{2}(\sigma_1\varepsilon_1+\sigma_2\varepsilon_2+\sigma_3\varepsilon_3)$ 中,u 与 σ_1、σ_2、σ_3 成线性关系,故可用叠加原理。

(C) 是通过叠加原理导出的。$u=\frac{1}{2}(\sigma_1\varepsilon_1+\sigma_2\varepsilon_2+\sigma_3\varepsilon_3)$ 中,u 与 σ_1、σ_2、σ_3、ε_1、

ε_2、ε_3成线性关系，故可用叠加原理。

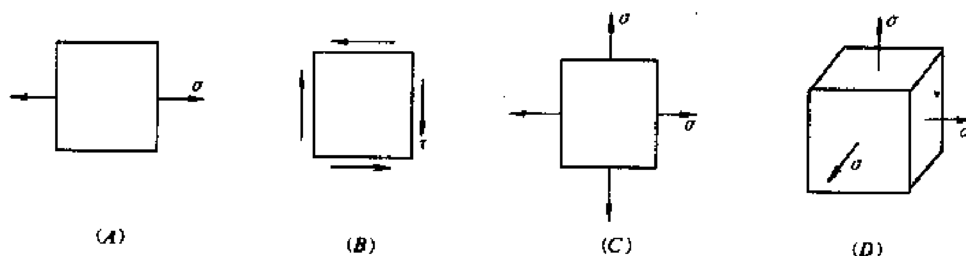
(D) 否。因为 $u=\frac{1}{2}(\sigma_1\varepsilon_1+\sigma_2\varepsilon_2+\sigma_3\varepsilon_3)$中，$\varepsilon_1$、$\varepsilon_2$ 和 ε_3 均与 σ_1、σ_2、σ_3 成线性关系，从而 u 不再与σ_1、σ_2、σ_3(或 ε_1、ε_2、ε_3)成线性关系，故计算时叠加原理不适用。

8—67 图示单元体各面上的剪应力均为 τ，材料的弹性常数为 E、ν，则单元体的比能 $u=$________。



题 8—67 图

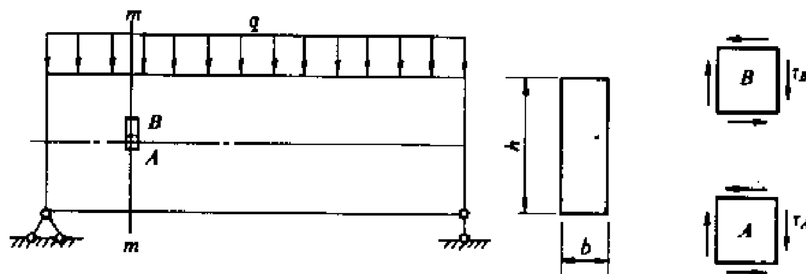
8—68 在图示四种应力状态中，只有体积改变比能的是(   )，只有形状改变比能的是(   )。



题 8—68 图

§8-6 关于单元体的概念

8—69 承受均布荷载的矩形截面简支梁如图所示。在 $m-m$ 截面的中性轴处取一单元体A，该单元体是纯剪切应力状态。若紧靠单元体 A 的上方再取一单元体B，根据作用与反作用定律，在两单元体的接触面上的剪应力 $\tau_A=\tau_B$。依次类推，可得 $m-m$ 截面上的剪应力沿高度成均匀分布。显然，这和梁的剪应力沿高度成二次抛物线分布不同。以上分析错误的原因是什么？



题 8—69 图

第九章　强度理论

9—1　厚壁玻璃杯因沸水倒入而破裂，破裂的过程应是(　　　)。

(A) 内、外壁同时破裂　　(B) 内壁先裂

(C) 壁厚的中间先裂　　(D) 外壁先裂

9—2　铸铁水管冬天结冰时，会因冰膨胀而被胀裂，而管内的冰却不会破坏。这是因为________。

9—3　某低碳钢受力构件危险点的应力状态近似为三向等值拉伸。

(1) 该危险点的破坏形式应是(　　　)。

(A) 屈服　(B) 脆性断裂　(C) 剪断　(D) 韧性断裂

(2) 对该点进行强度校核时，宜采用________强度理论。

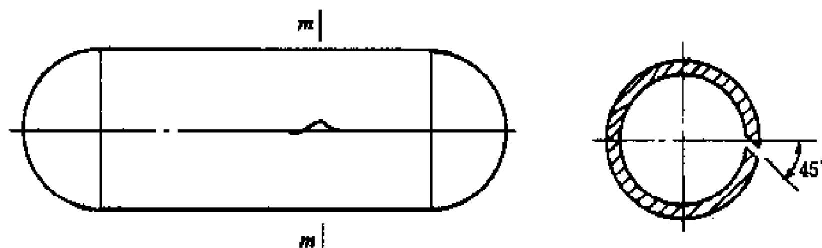
9—4　某灰铸铁构件在三向等值压缩应力状态下，随着压应力的增加，该构件将(　　　)。

(A) 脆性断裂　　(B) 约沿 45°斜截面剪断

(C) 产生较大的塑性变形　(D) 产生较大的弹性变形

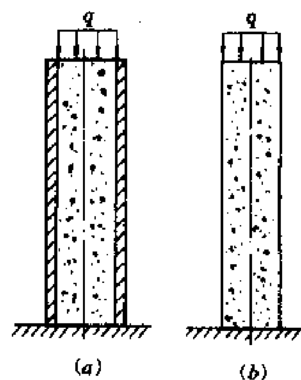
9—5　由 A3 钢制成的薄壁圆筒承受内压破坏试验，其破坏时的裂口形状如图所示。引起这种破坏的主要因素是(　　　)。

(A) 最大拉应力　(B) 最大伸长线应变　(C) 最大剪应力



题 9—5 图

9—6　在钢管混凝土柱的两端施加均布压力(图 a)，管内的混凝土处于________应力状态。因此钢管混凝土柱较一般混凝土柱(图 b)的承压能力________。



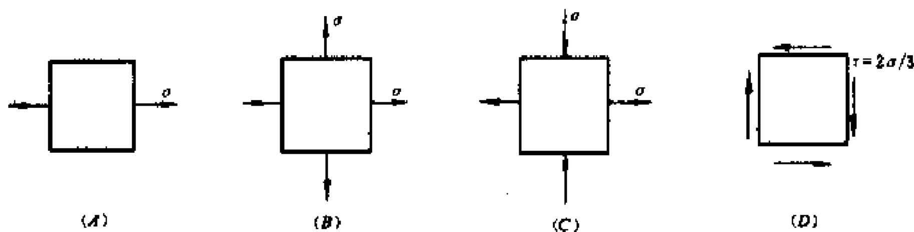
题 9—6 图

9—7　在确定材料的许用剪应力$[\tau]$和许用拉应力$[\sigma]$之间的关系时，按最大剪应力理论应是(　　　)，按形状改变比能理论应是(　　　)。

(A) $[\tau]=\frac{1}{2}[\sigma]$　　(B) $[\tau]=\frac{\sqrt{2}}{2}[\sigma]$

(C) $[\tau]=\frac{\sqrt{3}}{2}[\sigma]$　　(D) $[\tau]=\frac{\sqrt{3}}{3}[\sigma]$

9—8　某塑性材料受力构件内有四个点的应力状态，分别如图所示。其中最容易屈服的是(　　　)。



题 9—8 图

9—9 对于图示的三向应力状态,以下结论中错误的是(　　)。

(A) 应力圆为一点圆

(B) 任一斜截面均为主平面

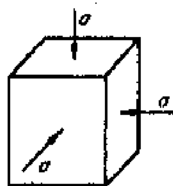
(C) 由第三、第四强度理论,这种应力状态不会破坏

(D) 体积应变为零

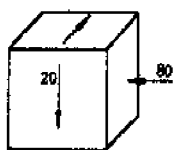
9—10 根据第三强度理论,图中所示两种应力状态的危险程度应是(　　)。图中应力单位均为 MPa。

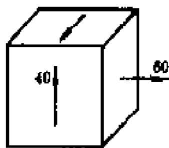
(A) 两者相同　　(B) a 更危险

(C) b 更危险　　(D) 无法判别



题 9—9 图



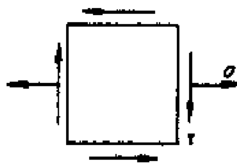


题 9—10 图

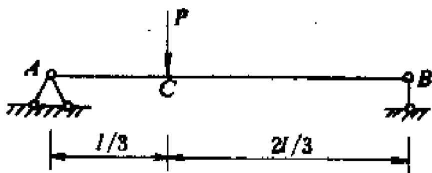
9—11 受力构件危险点处的应力状态如图所示。材料为 A3 钢,许用应力为$[\sigma]$和$[\tau]$。对该点进行强度校核时,下列强度条件表达式中正确的为(　　)。

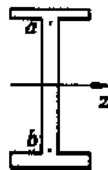
(A) $\sigma\leqslant[\sigma]$　　(B) $\tau\leqslant[\tau]$

(C) $\sqrt{\sigma^2+4\tau^2}\leqslant[\sigma]$或$\sqrt{\sigma^2+3\tau^2}\leqslant[\sigma]$　　(D) $\sigma\leqslant[\sigma],\tau\leqslant[\tau]$



题 9—11 图





题 9—12 图

9—12 焊接工字形截面钢梁受力如图所示。在对该梁进行强度校核时,最大弯曲正应力发生在________,采用的强度条件式应是(　　);最大弯曲剪应力发生在________,采用的强度条件式应是(　　);在对 C 稍左横截面上的 a、b 两点进行强度校核时,采用的强度条件式是(　　)。

(A) $\sigma\leqslant[\sigma]$　　(B) $\tau\leqslant[\tau]$

(C) $\sigma\leqslant[\sigma],\tau\leqslant[\tau]$　　(D) $\sqrt{\sigma^2+4\tau^2}\leqslant[\sigma]$

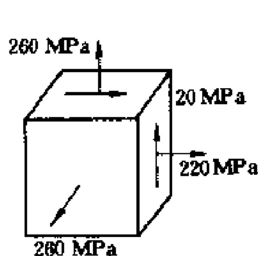
9—13　某低碳钢受力构件危险点的应力状态如图所示。对其进行强度校核时，应选用(　　)。

(A) 第一强度理论　　(B) 第二强度理论

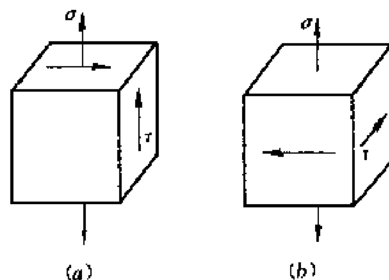
(C) 第三强度理论　　(D) 第四强度理论

9—14　用低碳钢制成的构件受载时，其中有两点的应力状态分别如图(a)、(b)所示。在用第四强度理论比较两者的危险程度时，应是(　　)。

(A) a 更危险　(B) b 更危险　(C) 两者同样危险　(D) 不能判断

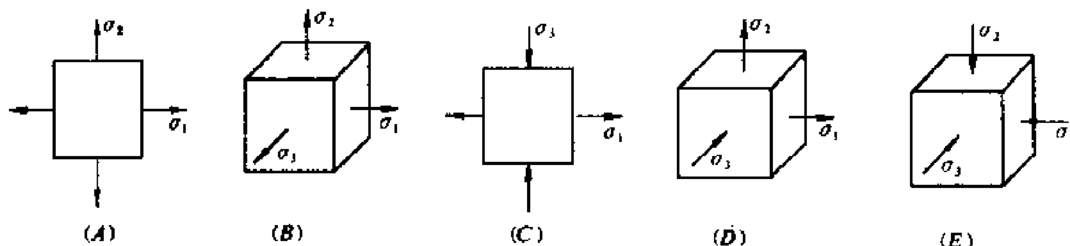


题 9—13 图



题 9—14 图

9—15　由脆性材料所制成的构件，其危险点处的应力状态如下列各图所示。当对它们进行强度校核时，宜用第一强度理论的为(　　)，宜用第二或莫尔强度理论的为(　　)，宜用莫尔强度理论的为(　　)。



题 9—15 图

9—16　某铸铁制构件内危险点处的应力状态如图所示。已知许用拉应力$[\sigma_t]=30$MPa，许用压应力$[\sigma_c]=90$MPa，许用剪应力$[\tau]=18$MPa。下列强度条件式中正确的有(　　)。

(A) $\sigma=25\text{MPa}<[\sigma_t]$，　$\tau=10\text{MPa}<[\tau]$

(B) $\sigma_1=28.5\text{MPa}<[\sigma_t]$

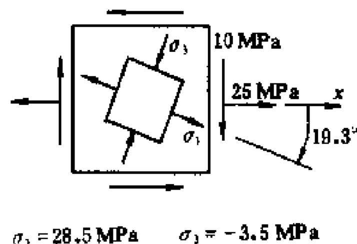
(C) $\sigma_1=28.5\text{MPa}<[\sigma_t]\ \sigma_3=3.5\text{MPa}<[\sigma_c]$，$\tau=10\text{MPa}<[\tau]$

(D) $\sigma_1-\dfrac{[\sigma_t]}{[\sigma_c]}\sigma_3=28.5-\dfrac{30}{90}(-3.5)=29.7\text{MPa}<[\sigma_t]$

(E) $\sigma_1-\dfrac{[\sigma_t]}{[\sigma_c]}\sigma_3=29.7\text{MPa}<[\sigma_c]$

(F) $\sigma_1-\dfrac{[\sigma_t]}{[\sigma_c]}\sigma_3=29.7\text{MPa}<[\sigma_t]$，　$\tau=10\text{MPa}<[\tau]$

(G) $\sigma_1-\sigma_3=28.5-(-3.5)=32\text{MPa}>[\sigma_t]$



题 9—16 图

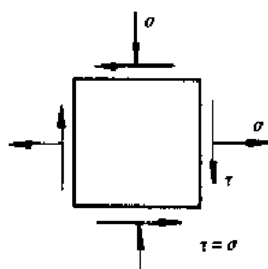
9—17　对于图示应力状态，按第三强度理论的相当应力 $\sigma_{r3}=$________。

9—18　对于图示应力状态，按第四强度理论的相当应力 $\sigma_{r4}=$ ________。

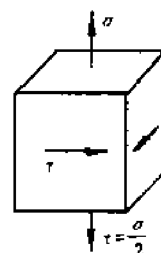
9—19　四种应力状态的单元体如图所示(图中应力单位均为 MPa)。按最大剪应力理论，它们的相当应力分别为：

(a) $\sigma_{r3}=$ ____________，(b) $\sigma_{r3}=$ ____________，

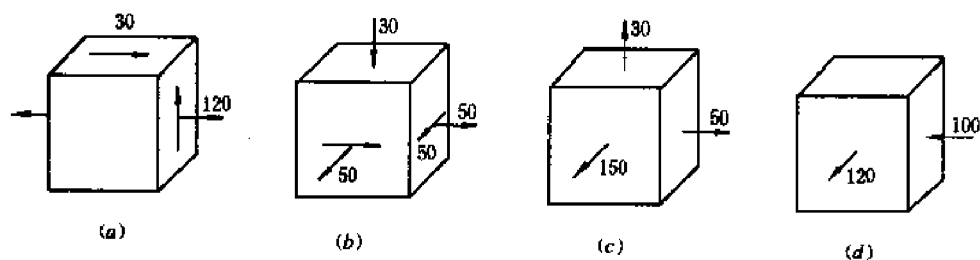
(c) $\sigma_{r3}=$ ____________，(d) $\sigma_{r3}=$ ____________。



题 9—17 图



题 9—18 图



题 9—19 图

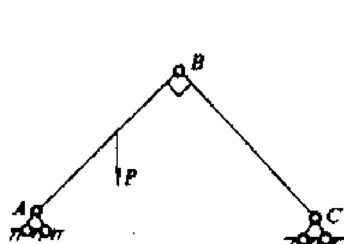
第十章 组合变形

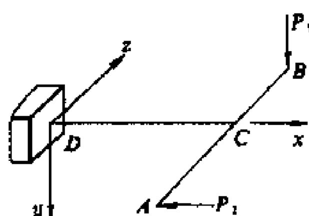
§10－1 组合变形的概念

10—1 分别写出图示结构中,各杆的变形形式。

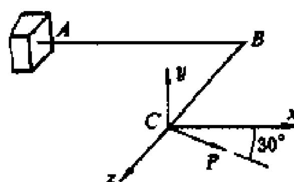
图(a),AB 杆:__________,BC 杆:__________。

图(b),AC 杆:__________,BC 杆:__________,CD 杆:__________。





题 10—1 图



题 10—2 图

10—2 A 端固定的圆截面折杆,在 C 点作用集中力P,P 力位于 xy 平面内。AB 段的变形是(　　　　)。

(A) 弯扭组合变形　　　(B) 拉弯组合变形

(C) 拉弯扭组合变形　　(D) 斜弯曲

§10－2 斜 弯 曲

10—3 试判断直杆在所列外力作用下将产生何种变形?

(横向力垂直于杆的轴线,纵向力与杆的轴线平行或重合。)

外力:
- 纵向力:
  - 过截面的形心,产生________。
  - 不过截面的形心,产生________。
- 横向力:
  - 过弯心:
    - 力作用平面和形心主惯性平面平行,产生________。
    - 力作用平面和形心主惯性平面不平行,产生________。
  - 不过弯心:
    - 力作用平面和形心主惯性平面平行,产生________。
    - 力作用平面和形心主惯性平面不平行,产生________。

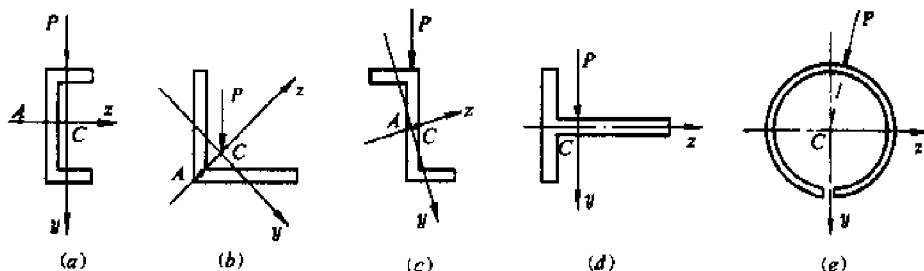
10—4 在悬臂梁的自由端作用竖直向下的集中力 P,若采用如图五种截面形式,且 P 力均通过这些截面的形心 C。这几种截面梁的变形形式将是:

(a) ________,(b) ________,(c) ________,(d) ________,(e) ________。

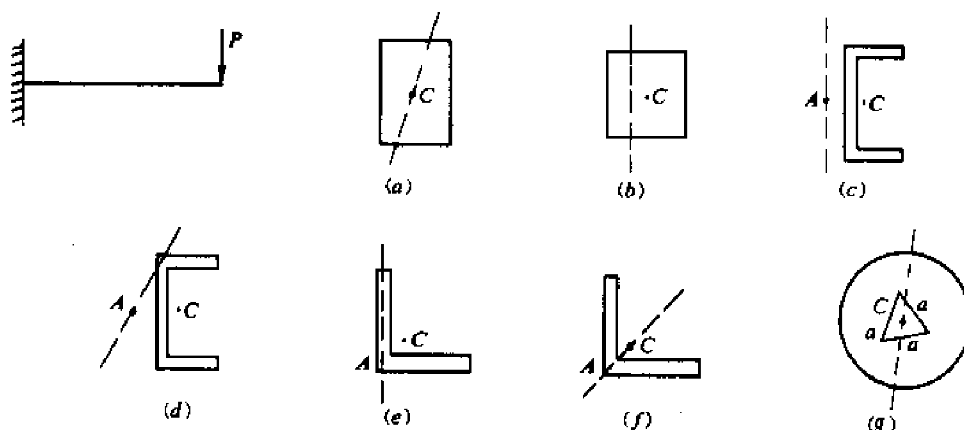
10—5　在悬臂梁的自由端作用集中力 P,梁的横截面形状分别如下列各图所示。图中虚线为 P 力作用线,C 为形心,A 为弯心。这几种截面梁的变形形式将是:

(a) ________,(b) ________,(c) ________,(d) ________,(e) ________,

(f) ________,(g) ________。



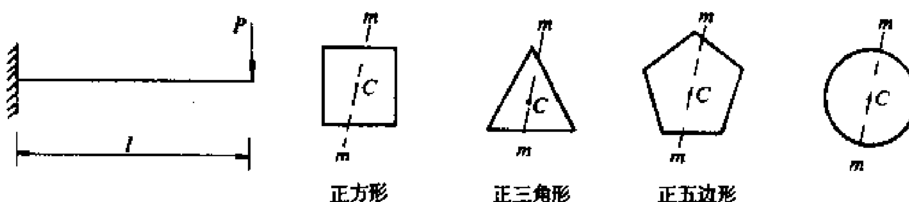
题 10—4 图



题 10—5 图

10—6　悬臂梁分别是图示各种截面形状(图中 C 为形心),集中力 P 作用于纵向平面 $m-m$ 内,则各梁的变形分别是:正方形截面为(　　　),正三角形截面为(　　　),正五边形截面为(　　　),圆形截面为(　　　)。

(A) 平面弯曲　(B) 斜弯曲　(C) 平面弯曲与扭转　(D) 斜弯曲与扭转



题 10—6 图

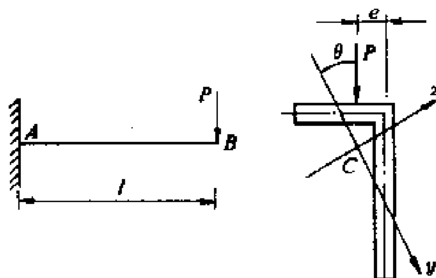
10—7　不等边角形截面悬臂梁,受力如图所示。图中 C 为形心,y、z 轴为形心主惯性轴,A 截面上各内力的表达式分别是________。

10—8　梁发生斜弯曲时,下列与横截面上中性轴性质有关的结论中,错误的是(　　)。

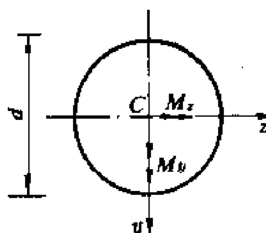
(A) 中性轴上的正应力必为零　　　(B) 中性轴必与挠曲平面垂直

(C) 中性轴必与荷载作用面垂直　　(D) 中性轴必通过横截面的形心

10—9　圆截面梁某截面上的弯矩 M_y 和 M_z 如图所示。该截面上的最大正应力的表达式为 $\sigma_{\max}=$______。



题 10—7 图



题 10—9 图

10—10　圆形截面悬臂梁的直径为 d，受力如图(a)所示，$P_1=P$ 位于竖直平面内，$P_2=2P$ 位于水平面内。

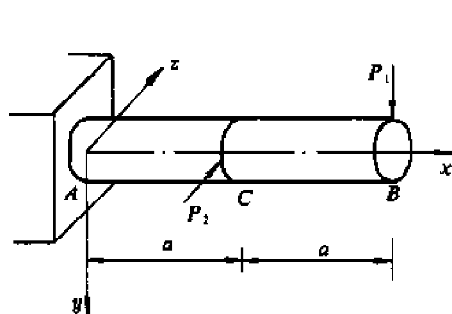
(1) 显然梁的危险截面在固定端 A 处，危险点处的最大弯曲正应力是(　　)。

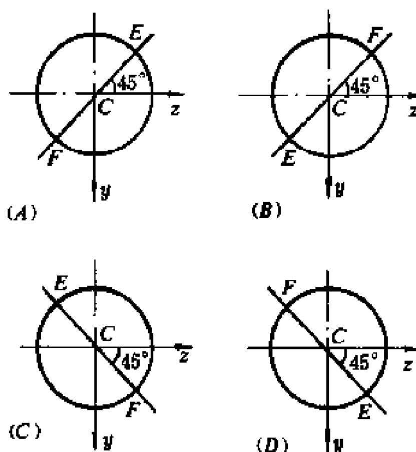
(A) $\sigma_{\max}=\dfrac{2P_1a}{\pi d^3/32}+\dfrac{P_2a}{\pi d^3/32}=\dfrac{128Pa}{\pi d^3}$

(B) $\sigma_{\max}=\dfrac{32}{\pi d^3}\sqrt{(2P_1a)^2+(P_2a)^2}=\dfrac{64\sqrt{2}Pa}{\pi d^3}$

(C) $\sigma_{\max}=\dfrac{32}{\sqrt{2}\pi d^3}\sqrt{(2P_1a)^2+(P_2a)^2}=\dfrac{64Pa}{\pi d^3}$

(2) 对危险截面 A 上的危险点位置，分别用 E 点表示最大拉应力，F 点表示最大压应力(图 b)，则正确的危险点位置应是(　　)。





题 10—10 图

10—11　圆截面悬臂梁的受力及尺寸如图所示。材料为 A3 钢，许用正应力为[σ]，该梁的强度条件表达式为______。

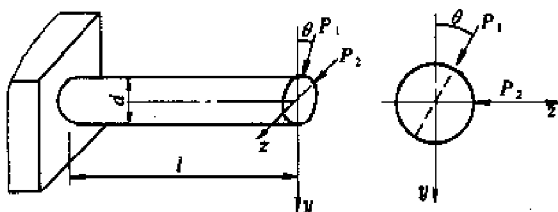
10—12 正方形截面等直杆受力如图所示。固定端截面上 A 点的正应力为(　　)。

(A) 拉应力　(B) 压应力　(C) 拉压应力均可　(D) 无正应力

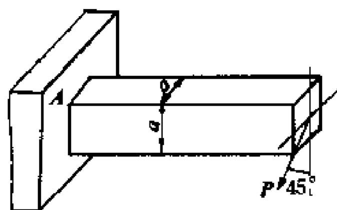
10—13 某正方形截面梁危险截面上的弯矩如图所示，合弯矩的矢量方向沿 z_1 轴。若用下列四个式子求该截面上的最大弯曲正应力，则错误的式子是(　　)。

(A) $\sigma_{max}=\frac{M_y}{W_y}+\frac{M_z}{W_z}$　　(B) $\sigma_{max}=\frac{M_y+M_z}{W_y}$

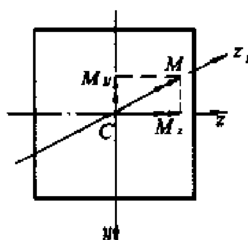
(C) $\sigma_{max}=\frac{M}{W_z}$　　(D) $\sigma_{max}=\frac{M}{W_{z1}}$



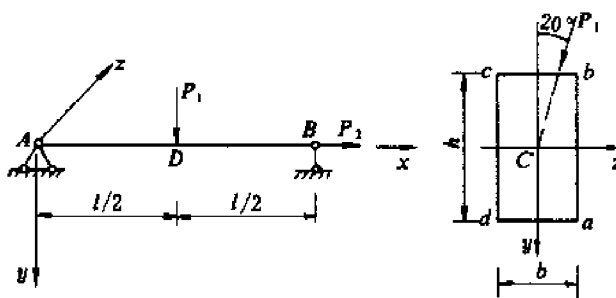
题 10—11 图



题 10—12 图



题 10—13 图



题 10—14 图

10—14 矩形截面简支梁受横向力 P_1 和轴向拉力 P_2 作用，如图所示。

(1) 危险截面为跨中 D 截面，D 截面上最大拉应力作用点的位置应是(　　)。

(A) a 点　(B) b 点

(C) c 点　(D) d 点

(2) 梁的最大拉应力是(　　)。

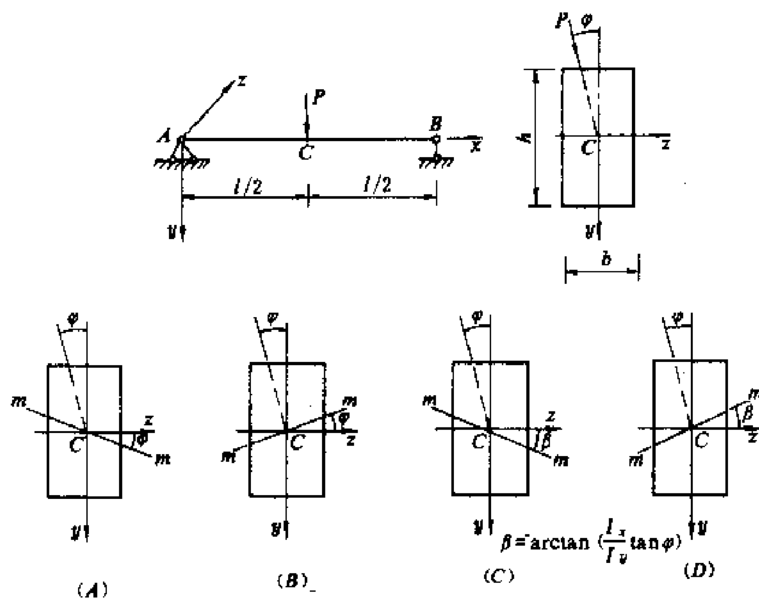
(A) $\sigma_{max}=\frac{3P_1l\cos20^\circ}{2bh^2}+\frac{3P_1l\sin20^\circ}{2b^2h}+\frac{P_2}{bh}$

(B) $\sigma_{max}=\frac{3P_1l\sin20^\circ}{2bh^2}+\frac{3P_1l\cos20^\circ}{2b^2h}+\frac{P_2}{bh}$

(C) $\sigma_{max}=\frac{6P_1l\cos20^\circ}{bh^2}+\frac{6P_1l\sin20^\circ}{b^2h}+\frac{P_2}{bh}$

(D) $\sigma_{max}=\frac{6P_1l\sin20^\circ}{bh^2}+\frac{6P_1l\cos20^\circ}{b^2h}+\frac{P_2}{bh}$

10—15 矩形截面简支木梁受载如图所示，则危险截面上中性轴 $m-m$ 的位置应是(　　)。



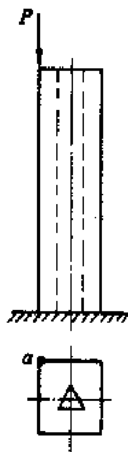
题 10—15 图

§ 10-3 偏心拉伸(压缩)

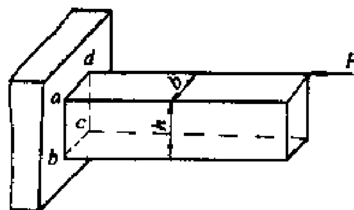
10—16 横截面形状由正方形和等边三角形组成(两者的形心重合)的空心立柱，在 a 点受竖直向下的压力作用时，则立柱的变形是(　　)。

(A) 平面弯曲和轴向压缩　　(B) 斜弯曲和轴向压缩

(C) 斜弯曲　　(D) 平面弯曲



题 10—16 图



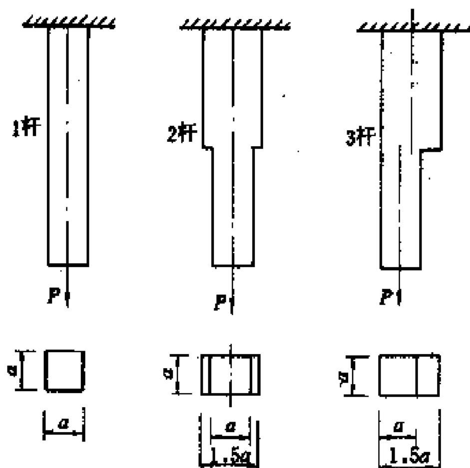
题 10—17 图

10—17 图示偏心受压矩形截面杆，其横截面上的最大拉应力在________点，最大压应力在________点。

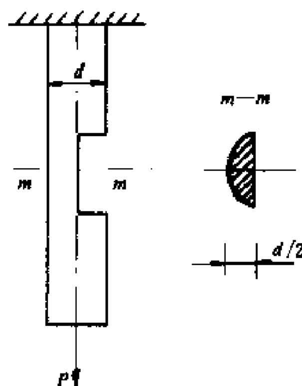
10—18 图示三种受拉杆件，它们的最大拉应力分别用 σ_{max1}、σ_{max2}、σ_{max3}表示，则这些最大拉应力之间的关系是(　　)。

(A) $\sigma_{max1}=\sigma_{max2}=\sigma_{max3}$　　(B) $\sigma_{max1}>\sigma_{max2}=\sigma_{max3}$

(C) $\sigma_{\max1}=\sigma_{\max2}<\sigma_{\max3}$　　　(D) $\sigma_{\max1}=\sigma_{\max2}>\sigma_{\max3}$



题 10—18 图



题 10—19 图

10—19　在直径为 d 的圆截面拉杆的中段,有一半圆切口,则杆件的最大拉应力应是(　　)。

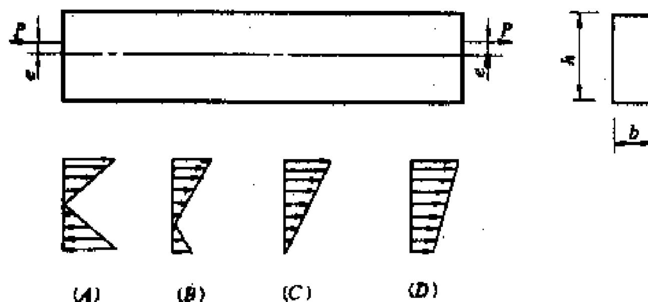
(A) $\sigma_{\max}=\dfrac{8P}{\pi d^2}=2.55\dfrac{P}{d^2}$

(B) $\sigma_{\max}=\dfrac{8P}{\pi d^2}+\dfrac{P(2d/3\pi)^2}{\pi d^4/128-(\pi d^2/8)(2d/3\pi)^2}=9.1\dfrac{P}{d^2}$

(C) $\sigma_{\max}=\dfrac{8P}{\pi d^2}+\dfrac{P(2d/3\pi)(d/2-2d/3\pi)}{\pi d^4/128+(\pi d^2/8)(2d/3\pi)^2}=4.0\dfrac{P}{d^2}$

(D) $\sigma_{\max}=\dfrac{8P}{\pi d^2}+\dfrac{P(d/4)^2}{\pi d^4/128+(\pi d^2/8)(d/4)^2}=3.82\dfrac{P}{d^2}$

10—20　图示偏心受拉杆,偏心距 $e=h/6$ 时,横截面上正应力分布的规律是(　　)。



题 10—20 图

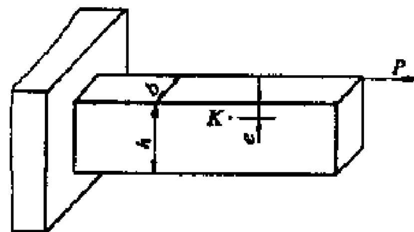
10—21　矩形截面低碳钢杆件受集中力 P 作用如图所示。已知材料弹性模量 E,横截面尺寸 h、b,K 点距上缘距离 e,则 K 点处的纵向线应变为(　　)。

(A) $\varepsilon=\dfrac{P}{Ebh}+\dfrac{P(h/2)(h/2-e)}{Ebh^3/12}$

(B) $\varepsilon=\dfrac{P}{Ebh}+\dfrac{P(b/2)}{Eb^2h/6}$

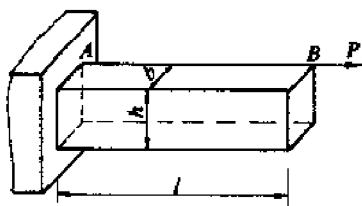
(C) $\varepsilon=\dfrac{P}{Ebh}-\dfrac{P(b/2)}{Eb^2h/6}+\dfrac{P(h/2)}{Ebh^2/6}$

(D) $\varepsilon=\dfrac{P}{Ebh}-\dfrac{P(b/2)}{Eb^2h/6}+\dfrac{P(h/2)(h/2-e)}{Ebh^3/12}$

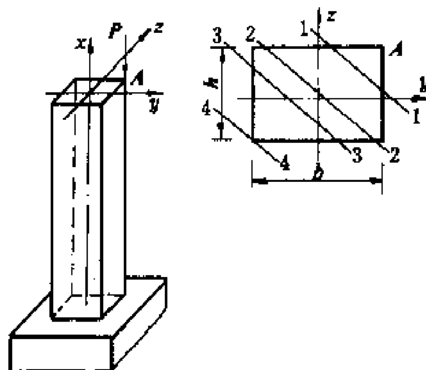


题 10—21 图

10—22　图示偏心受拉矩形截面杆，已知 P、b、h、l 及材料的弹性模量 E，则 AB 棱边的伸长量为________。



题 10—22 图



题 10—23 图

10—23　图示偏心受压的矩形截面杆，其横截面上中性轴位置可能为图中的(　　　)线。

§10-4　截面核心

10—24　杆件受偏心压缩，当集中力 P 作用于截面核心内(含核心边缘)时，则横截面上(　　　)。

(A) 只会有拉应力　　(B) 只会有压应力

(C) 拉压力和压应力都存在　　(D) 要具体计算后确定应力分布情况

10—25　当偏心力作用在截面核心的周界上时，截面的中性轴将(　　　)。

(A) 通过截面的形心　　(B) 与截面周边相切

(C) 通过无穷远处　　(D) 通过截面内，且在偏心力作用点的对侧

10—26　杆件受一集中力偏心压缩时，下列结论中正确的是(　　　)。

(A) 若中性轴穿越杆件的横截面，则压力作用点必然位于截面核心内

(B) 若中性轴与横截面边缘相切，则压力作用点必然位于截面核心的边缘上

(C) 若中性轴位于横截面的外部，则压力作用点必然位于截面核心的外部

(D) 若中性轴的位置离横截面越远，则压力作用点离截面核心也是越远

10—27　图示矩形截面的截面核心为菱形 $abcd$。当一与杆轴线平行的集中力从 a 点沿 ab 线移动到 b 点时，相应的中性轴是(　　　)。

(A) 绕 A 点顺时针方向转动　　(B) 绕 A 点逆时针方向转动

(C) 绕 B 点顺时针方向转动　　(D) 绕 B 点逆时针方向转动

10—28　图示 T 型截面的形心为 C，$i_y^2=1.13\times10^3\text{mm}^2$，$i_z^2=3.63\times10^3\text{mm}^2$。

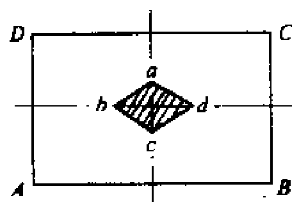
(1) 在确定与周边相切的中性轴①所对应的外力作用点位置(即截面核心的关键点位置)时，下列计算式中正确的是(　　　)。

(A) $y_{P_1}=\dfrac{i_z^2}{a_{z_1}},z_{P_1}=\dfrac{i_y^2}{a_{y_1}}$　　(B) $y_{P_1}=-\dfrac{i_z^2}{a_{z_1}},z_{P_1}=-\dfrac{i_y^2}{a_{y_1}}$

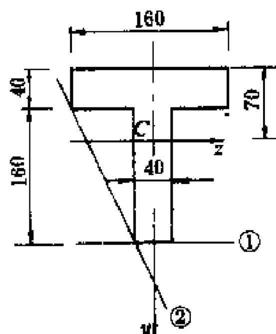
(C) $y_{P_1}=\frac{i_z^2}{a_{y_1}}, z_{P_1}=\frac{i_y^2}{a_{z_1}}$　　(D) $y_{P_1}=-\frac{i_z^2}{a_{y_1}}, z_{P_1}=-\frac{i_y^2}{a_{z_1}}$

此时截距 $a_{y_1}=$ ______ mm, $a_{z_1}=$ ______ mm。

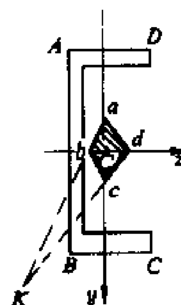
(2) 所设中性轴②在 y、z 坐标轴上的截距 $a_{y_2}=$ ______ mm, $a_{z_2}=$ ______ mm。



题 10—27 图



题 10—28 图



题 10—29 图

10—29　槽形截面的截面核心为四边形 $abcd$，若集中力作用在 ab 和 dc 延长线的交点 K 时，相应中性轴的位置是(　　)。

(A) 与 ad 线重合　　(B) 与 bc 线重合

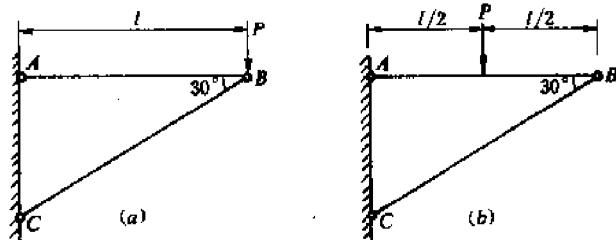
(C) 过 D 点与 ad 平行　　(D) 过 A、C 两点的连线

§ 10－5　拉伸(压缩)与弯曲

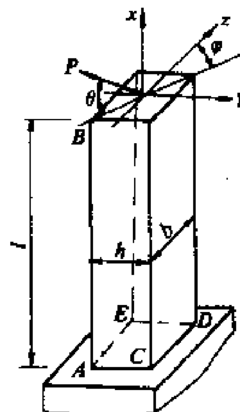
10—30　图示三角形支架的 AB 杆均为高 h、宽 b 的矩形截面杆，杆长 $l>5h$。在图(a)、(b)两种受载情况下，图(a)所示 AB 杆的变形是______，图(b)所示 AB 杆的变形是______。两种受载情况下，AB 杆的最大正应力关系是(　　)。

(A) $\sigma_a>\sigma_b$　　(B) $\sigma_a=\sigma_b$　　(C) $\sigma_a<\sigma_b$

10—31　矩形截面杆受力如图所示。危险截面和危险点位置是______，危险点处的正应力为 $\sigma=$ ______。



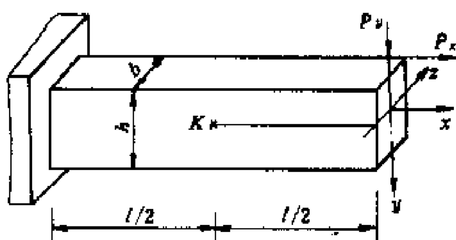
题 10—30 图



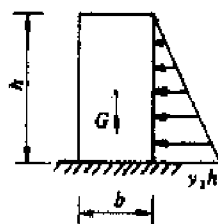
题 10—31 图

10—32　矩形截面杆受力如图所示。用单元体画出 K 点的应力状态，并求出正应力 $\sigma=$ ______，剪应力 $\tau=$ ______。

10—33　图示矩形截面混凝土水坝，混凝土的比重为 γ_1，水的比重为 γ_2，且 $\gamma_1 = 2.5\gamma_2$。要使坝底不出现拉应力，则 $h =$ ________ b。



题 10－32 图



题 10—33 图

10—34　均质圆杆的直径为 d，单位长度重量为 q，A 端为固定铰支座，B 端靠于光滑的铅垂墙上。试确定在自重作用下杆内的最大压应力所在截面的位置。

解：(1) 杆件正确的受力图应是(　　　)。

(2) 根据整体平衡得 $R_A = ql$，$H_A = H_B = \frac{1}{2}ql\cot\alpha$。在正确的受力图和题图所给 s 坐标下，得到任一 s 横截面上的轴力方程和弯矩方程是

$$N = -H_B\cos\alpha - qs\sin\alpha = -\frac{1}{2}ql\cot\alpha\cos\alpha - qs\sin\alpha$$

$$M = H_B s\sin\alpha - \frac{1}{2}qs^2\cos\alpha = \frac{1}{2}qls\cos\alpha - \frac{1}{2}qs^2\cos\alpha$$

应用叠加原理得到最大的压应力是(　　　)。

(A) $\sigma_{\max} = -\frac{ql\cot\alpha\cos\alpha + 2qs\sin\alpha}{2(\pi d^2/4)} + \frac{qs\cos\alpha(l-s)\times 64}{2\times\pi d^3}$

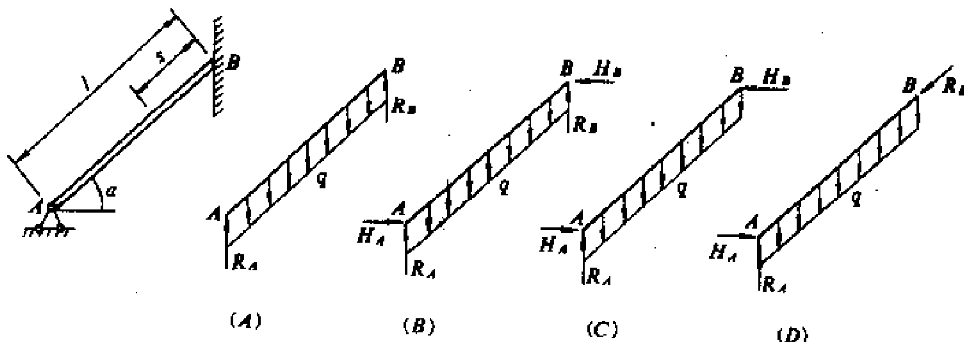
(B) $\sigma_{\max} = -\frac{ql\cot\alpha\cos\alpha + 2qs\sin\alpha}{2(\pi d^2/4)} - \frac{qs\cos\alpha(l-s)\times 32}{2\times\pi d^3}$

(C) $\sigma_{\max} = \frac{ql\cot\alpha\cos\alpha + 2qs\sin\alpha}{2(\pi d^2/4)} + \frac{qs\cos\alpha(l-s)\times 64}{2\times\pi d^3}$

(D) $\sigma_{\max} = \frac{ql\cot\alpha\cos\alpha + 2qs\sin\alpha}{2(\pi d^2/4)} - \frac{qs\cos\alpha(l-s)\times 32}{2\times\pi d^3}$

(3) 利用极值概念，求最大压应力所在截面的位置。即由 $\frac{d\sigma_{\max}}{ds} = 0$，得到极值点位置 $s_1 =$

________。



题 10—34 图

10—35　下列结论中不正确的是(　　　)。

(A) 在平面弯曲的梁中，横截面上的中性轴必通过截面形心

(*B*) 在斜弯曲的梁中，横截面上的中性轴必通过截面形心

(*C*) 在偏心压缩的杆中，横截面上的中性轴必通过截面形心

(*D*) 在拉弯组合变形的杆中，横截面上可能没有中性轴

§10－6 弯曲与扭转

10—36 最大剪应力理论有下列三种表达式，在对由塑性材料制成构件进行强度计算时，它们的适用范围分别是 a：________，b：________，c：________。

(*a*) $\sigma_1-\sigma_3\leqslant[\sigma]$　　(*b*) $\sqrt{\sigma^2+4\tau^2}\leqslant[\sigma]$　　(*c*) $\dfrac{\sqrt{M^2+T^2}}{W}\leqslant[\sigma]$

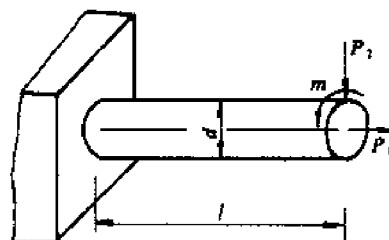
10—37 已知圆轴的直径为 d，受载如图所示。按最大剪应力理论写出危险点的相当应力应是(　　)。

(*A*) $\sigma_{r3}=\dfrac{32}{\pi d^3}\sqrt{P_2^2l^2+m^2}+\dfrac{4P_1}{\pi d^2}$

(*B*) $\sigma_{r3}=\dfrac{32}{\pi d^3}\sqrt{P_2^2l^2+\left(\dfrac{4P_1}{\pi d^2}\right)^2+m^2}$

(*C*) $\sigma_{r3}=\sqrt{\left(\dfrac{32P_2l}{\pi d^3}+\dfrac{4P_1}{\pi d^2}\right)^2+\left(\dfrac{16m}{\pi d^3}\right)^2}$

(*D*) $\sigma_{r3}=\sqrt{\left(\dfrac{32P_2l}{\pi d^3}+\dfrac{4P_1}{\pi d^2}\right)^2+\left(\dfrac{32m}{\pi d^3}\right)^2}$



题 10—37 图

10—38 由 A3 钢制成圆杆受载如图(*a*)所示。已知圆杆直径 d、长度 l 和集中力 P_1、P_2、P_3。

(1) 圆杆的危险截面在固定端处，该截面上的弯矩 M_y、M_z 和合弯矩 M 示于图(*b*)中，危险点的位置应是图(*b*)中的________点；

(2) 按第四强度理论，危险点的相当应力表达式应是(　　)。

(*A*) $\sigma_{r4}=\dfrac{32}{\pi d^3}\sqrt{(P_2^2l^2+P_3^2l^2)^2+0.75(P_2d/2)^2}+\dfrac{4P_1}{\pi d^2}$

(*B*) $\sigma_{r4}=\dfrac{32}{\pi d^3}\sqrt{(P_2^2l^2+P_3^2l^2)^2+(P_2d/2)^2}+\dfrac{4P_1}{\pi d^2}$

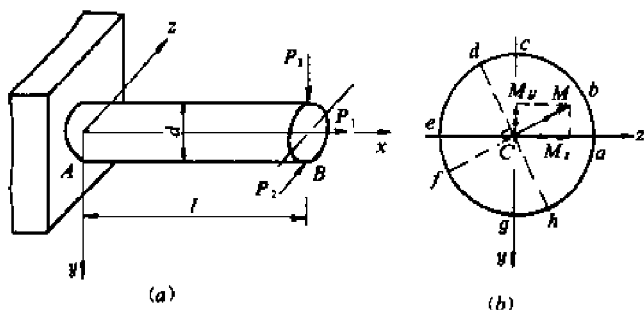
(*C*) $\sigma_{r4}=\dfrac{32}{\pi d^3}\sqrt{\left(\sqrt{P_2^2l^2+P_3^2l^2}+\dfrac{P_1d}{8}\right)^2+0.75(P_2d/2)^2}$

(*D*) $\sigma_{r4}=\dfrac{32}{\pi d^3}\sqrt{P_2^2l^2+P_3^2l^2+(P_1d/8)^2+(P_2d/2)^2}$

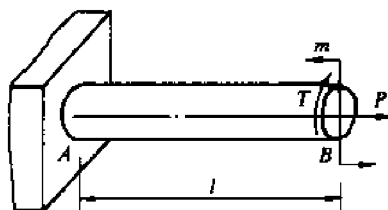
10—39 圆截面杆上受力如图所示。材料为 A3 钢，许用正应力为$[\sigma]$，许用剪应力为$[\tau]$，横截面面积为 A，抗弯截面系数为 W，抗扭截面系数为 W_t。下列各强度条件中正确的为(　　)。

(*A*) $\dfrac{P}{A}+\dfrac{m}{W}\leqslant[\tau]$　　(*B*) $\dfrac{P}{A}+\sqrt{\left(\dfrac{m}{W}\right)^2+4\left(\dfrac{T}{W_t}\right)^2}\leqslant[\sigma]$

(*C*) $\sqrt{\left(\dfrac{m}{W}+\dfrac{P}{A}\right)^2+4\left(\dfrac{T}{W_t}\right)^2}\leqslant[\sigma]$　　(*D*) $\sqrt{\left(\dfrac{m}{W}+\dfrac{P}{A}\right)^2+4\left(\dfrac{T}{W_t}\right)^2}\leqslant[\sigma]$，$\dfrac{T}{W_t}\leqslant[\tau]$

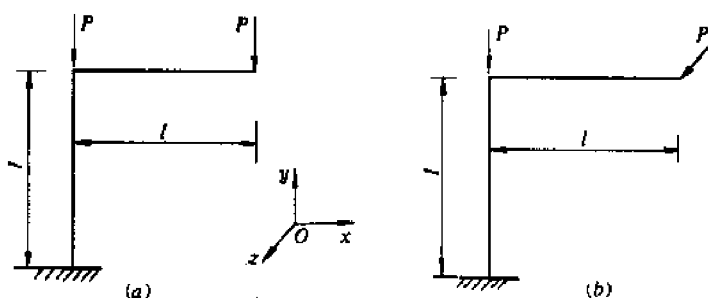


题 10—38 图



题 10—39 图

10—40　低碳钢制圆截面折杆，各杆的直径均为 d，受力如图(a)、(b)所示，材料的许用应力为$[\sigma]$。它们的强度条件分别为(a) ________，(b) ________。



题 10—40 图

10—41　直径为 d 的折杆 ABC 位于水平的 xy 平面内，$\angle ABC = 90°$，A 截面处受铅垂载荷 P 的作用，则 A 截面沿 z 方向的挠度 f_A 是(　　)。

(A) $f_A = f_B + \phi_B l + f'_A$　　(B) $f_A = f_B + \theta_B l + f'_A$

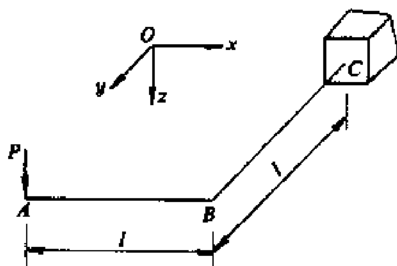
(C) $f_A = f'_A + \theta_B l$　　(D) $f_A = f'_A + f_B + \phi_B l + \theta_B l$

式中，f_B、θ_B、ϕ_B 分别为 B 截面的挠度、弯曲转角及扭转角，f'_A 为 A 截面相对于 B 截面的挠度。

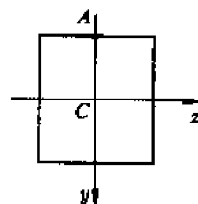
10—42　正方形截面等直杆，截面的抗弯截面系数为 W。在危险截面上的弯矩为 M，扭矩为 T，A 点处有最大正应力 σ 和最大剪应力 τ。已知材料为低碳钢，则其强度条件为(　　)。

(A) $\sigma \leqslant [\sigma]$，$\tau \leqslant [\tau]$　　(B) $\dfrac{\sqrt{M^2 + T^2}}{W} \leqslant [\sigma]$

(C) $\dfrac{\sqrt{M^2 + 0.75T^2}}{W} \leqslant [\sigma]$　　(D) $\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leqslant [\sigma]$



题 10—41 图

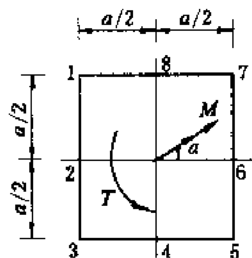


题 10—42 图

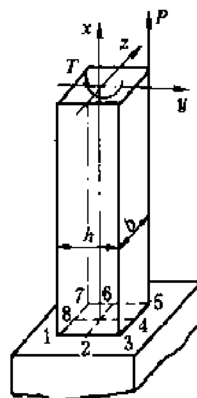
10—43　正方形截面杆危险截面上的内力情况如图所示。其中 M 为弯矩(用矩矢表示),$\alpha<45°$,T 为扭矩,材料为 A3 钢。其危险点可能为(　　)。

(A) 1、3、5、7 点　(B) 2、4、6、8 点　(C) 1、5、4、8 点　(D) 1、2、5、6 点

10—44　边长为 b、h(且 $h>b$)的矩形截面杆,受偏心拉力 P 及扭转力偶 T 作用,材料为 A3 钢。危险点可能为________点,并用单元体示出其应力状态。

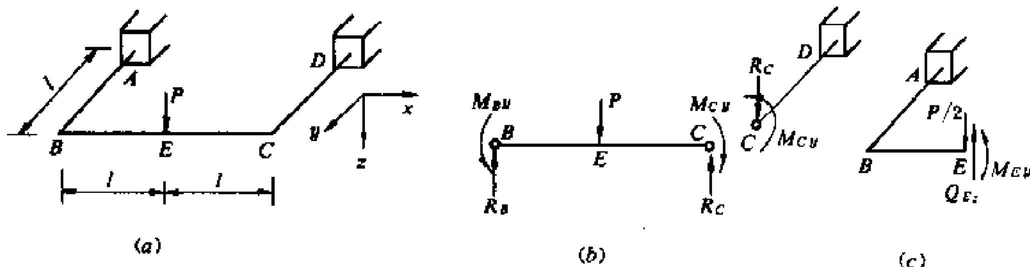


题 10—43 图



题 10—44 图

10—45　图示超静定结构中,杆 $ABCD$ 位于 xy 平面内,角 B、C 均为直角,在 BC 中点 E 处受沿 z 方向的 P 力作用。设各杆直径均为 d,$E=2.5G$。若相当系统取为图(b)、(c)两种情况。在利用对称性分别对未知力进行分析时,图(b)中有 $R_B=$________$=$________,$M_{By}=$________;图(c)中的 $Q_{Ez}=$________。若分别写出它们的变形协调条件,在图(b)中为________,图(c)中为________。



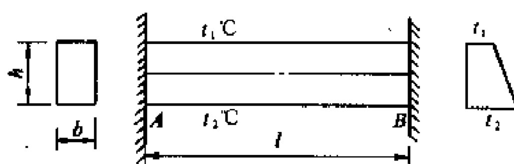
题 10—45 图

10—46　两端固定的矩形截面梁如图所示。设梁的初温度为 0℃时,梁内无初应力。设梁的温度变化为上缘为 t_1℃,下缘为 t_2℃($t_2>t_1$),温度沿梁的高度线性变化。下列结论中正确的有(　　)。

(1) 温度变化后,梁内各点均处于单向应力状态

(2) 温度变化后,梁的变形为压缩与弯曲变形的组合

(3) 温度变化后,梁截面的中性轴通过截面形心



题 10—46 图

第十一章 压杆稳定

§11-1 压杆稳定性概念及欧拉公式

11—1 中心受压细长直杆丧失承载能力的原因为(　　　)。

(A) 横截面上的应力达到材料的比例极限

(B) 横截面上的应力达到材料的屈服极限

(C) 横截面上的应力达到材料的强度极限

(D) 压杆丧失直线平衡状态的稳定性

11—2 关于细长中心受压直杆临界力 P_{cr} 的含义,下列各种说法中正确的有(　　　)。

(A) 压杆横截面上的应力达到材料比例极限时的轴向压力

(B) 压杆能保持直线平衡状态时的最大轴向压力

(C) 压杆能保持微弯平衡状态时的最小轴向压力

(D) 压杆能保持微弯平衡状态时的最大轴向压力

(E) 压杆由直线平衡状态过渡到微弯平衡状态时的轴向压力

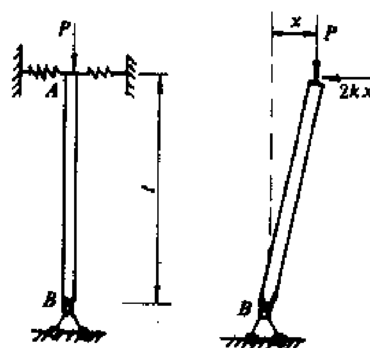
11—3 图中 AB 杆为刚性直杆,A 端两侧弹簧的刚度系数均为 k。试回答下列问题:

(1) 当 $2kl > P$ 时,AB 杆在铅垂状态的平衡是________。

(2) 当 $2kl < P$ 时,AB 杆在铅垂状态的平衡是________。

(3) 当 $2kl = P$ 时,AB 杆在铅垂状态的平衡是________。

(4) 压杆的临界力 P_{cr} = ________。

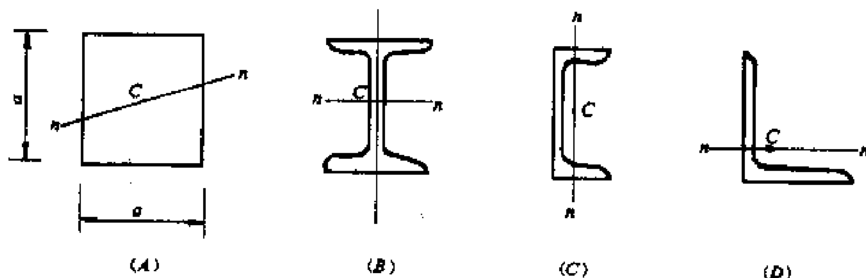


题 11—3 图

11—4 细长中心受压直杆弹性失稳时,其横截面上的平均应力(　　　)材料的屈服极限。

(A) 大于　(B) 等于　(C) 小于

11—5 两端为固定约束的细长中心受压直杆,其失稳时横截面将绕 $n-n$ 轴转动。在下列截面形式中,$n-n$ 轴不正确的有(　　　)。



题 11—5 图

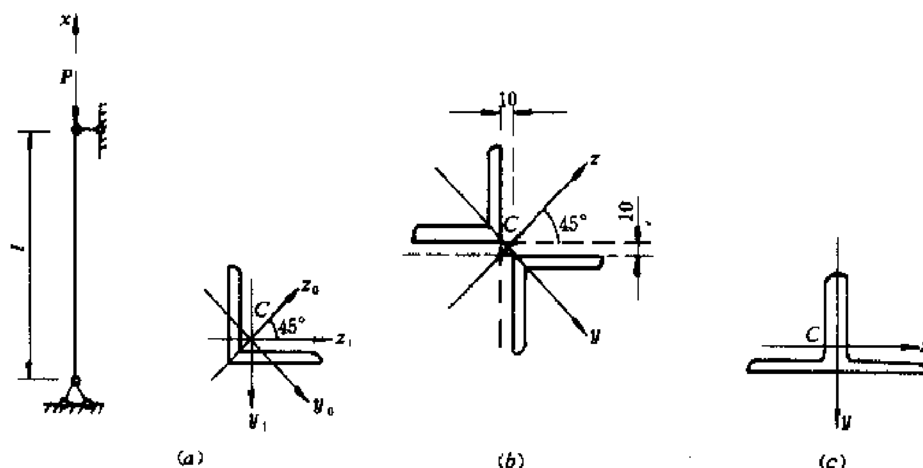
11—6 图(a)所示的等边角钢压杆,两端为球形铰支。已知单根角钢截面的几何性质是

$A=2\ 437\text{mm}^2, I_{z_1}=3.62\times10^6\text{mm}^4, I_{y_0}=1.49\times10^6\text{mm}^4, I_{z_0}=5.74\times10^6\text{mm}^4$。

(1) 压杆失稳时，挠曲线所在的纵向平面为________，横截面应绕________轴转动。

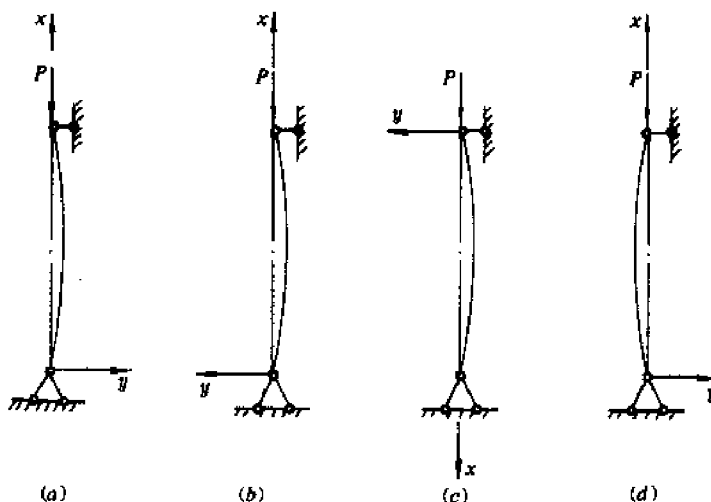
(2) 若截面改由两根 125×125×10 的等边角钢组成(图 *b*)，则压杆失稳时，横截面将绕________轴转动，计算欧拉临界力的惯性矩为________。

(3) 同样两根角钢组合成图(*c*)所示的截面，则压杆失稳时，横截面将绕________轴转动，计算欧拉临界力的惯性矩为________。



题 11—6 图

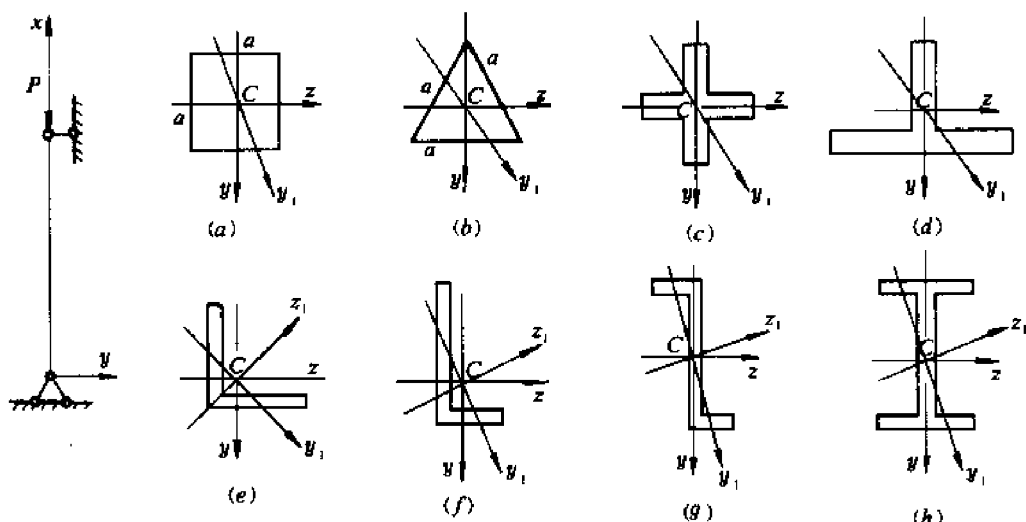
11—7 两端球形铰支的细长中心压杆，在建立挠曲线近似微分方程式和推导欧拉临界力时，与选用图(*a*)、(*b*)、(*c*)所示的坐标系________；与选用图(*a*)或图(*d*)所示的挠曲线方向________。但是，图(*a*)、(*d*)表示压杆任一横截面的挠度 v 时，v 本身分别是________和________。图(*a*)的挠曲线近似微分方程是________，图(*d*)的挠曲近似微分方程是________。



题 11—7 图

11—8 两端球形铰支的细长中心受压直杆，其横截面形状分别如图所示。当压杆失稳时其横截面将绕哪一根轴转动？图中 C 为形心。

11—9 两端球形铰支的矩形截面细长中心受压直杆，其失稳时应有(　　)。



题 11—8 图

(A) $P_{cr}=\dfrac{\pi^2EI_y}{l^2}$,挠曲线位于 xy 平面内

(B) $P_{cr}=\dfrac{\pi^2EI_y}{l^2}$,挠曲线位于 xz 平面内

(C) $P_{cr}=\dfrac{\pi^2EI_z}{l^2}$,挠曲线位于 xy 平面内

(D) $P_{cr}=\dfrac{\pi^2EI_z}{l^2}$,挠曲线位于 xz 平面内

11—10 在压杆的材料、长度、横截面形状和尺寸保持不变的情况下,杆端约束越强,则压杆的临界力(　　)。

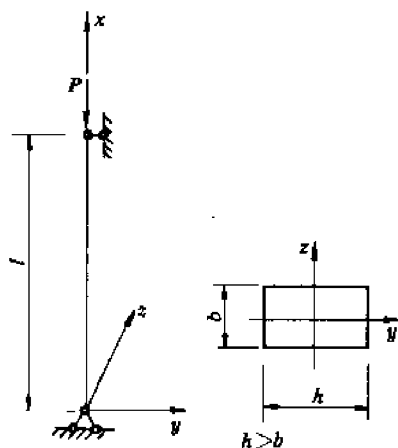
(A) 越大　(B) 保持不变　(C) 越小

11—11 图示压杆的下端固定,上端为弹簧支承,其长度系数的范围为(　　)。

(A) $\mu<0.5$　(B) $0.5<\mu<0.7$　(C) $0.7<\mu<2$　(D) $\mu>2$

11—12 图示压杆的上端自由,下端为弹性支承,其长度系数的范围为(　　)。

(A) $\mu<0.7$　(B) $0.7<\mu<1$　(C) $1<\mu<2$　(D) $\mu>2$



题 11—9 图

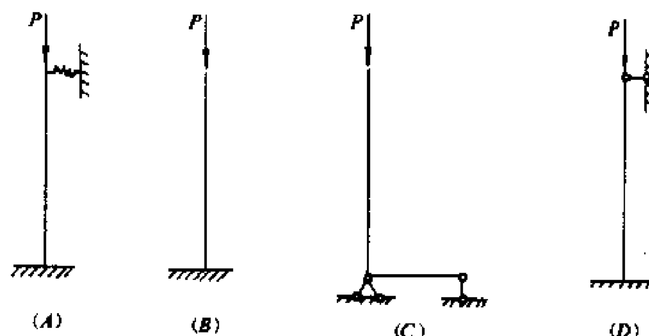


题 11—11 图



题 11—12 图

11—13　图示各中心受压直杆的材料、长度及抗弯刚度均相同，其中临界力最大的为(　　)，临界力最小的为(　　)。

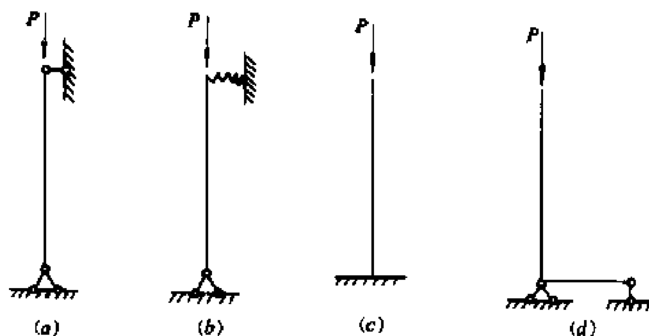


题 11—13 图

11—14　图示各中心受压直杆的材料、长度及抗弯刚度均相同。下列关于其临界力相互关系的式子中，正确的为(　　)。

(A) $(P_{cr})_a>(P_{cr})_b,(P_{cr})_c>(P_{cr})_d$　　(B) $(P_{cr})_a>(P_{cr})_b,(P_{cr})_c<(P_{cr})_d$

(C) $(P_{cr})_a<(P_{cr})_b,(P_{cr})_c>(P_{cr})_d$　　(D) $(P_{cr})_a<(P_{cr})_b,(P_{cr})_c<(P_{cr})_d$



题 11—14 图

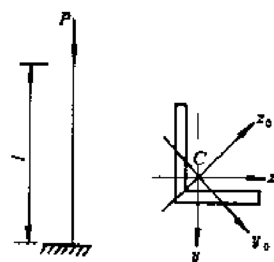
11—15　用等边角钢制成的下端固定，上端自由的细长压杆，如图所示。已知材料的弹性模量为 E，截面对 z 和 z_0 轴的惯性矩分别为 $I_z=m,I_{z_0}=n$，C 为形心，l 为杆长，则压杆的临界力为(　　)。

(A) $\pi^2E(2m-n)/(2l)^2$

(B) $\pi^2E(2m-n)/l^2$

(C) $\pi^2Em/(2l)^2$

(D) $\pi^2En/(2l)^2$

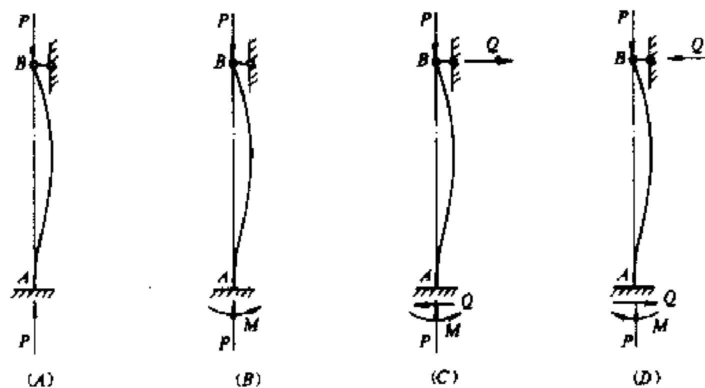


题 11—15 图

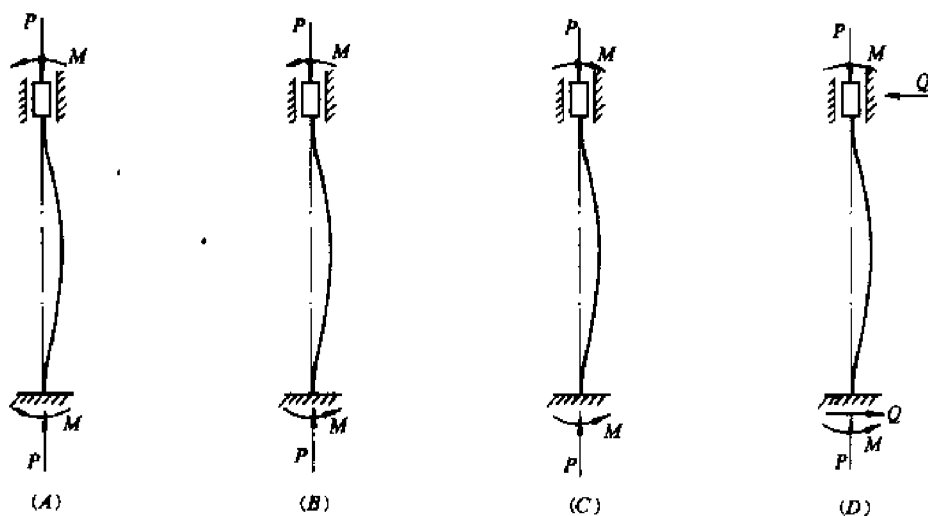
11—16　下端固定，上端铰支的细长压杆，在图示失稳变形形式下，正确的支座反力是(　　)。

11—17　两端固定的细长压杆，在图示失稳变形形式下，正确的支座反力是(　　)。

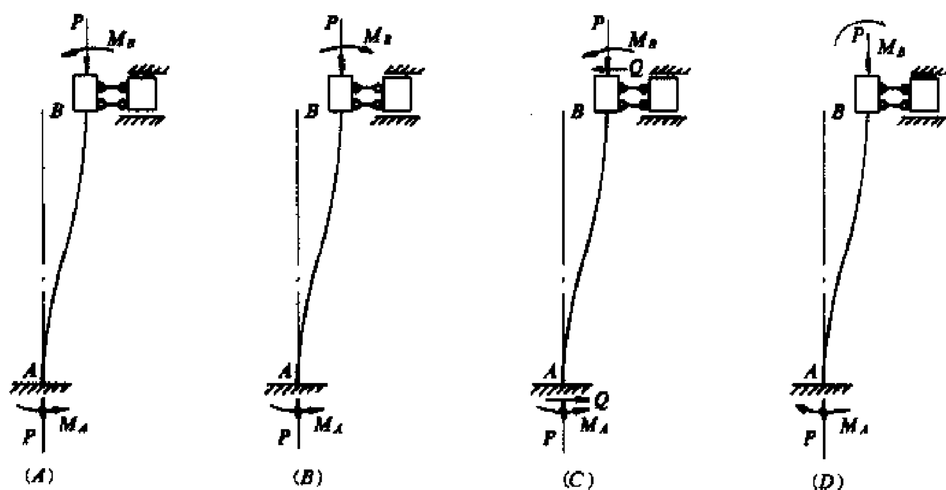
11—18　下端固定，上端可移动但不能转动的细长压杆，在图示失稳变形形式下，正确的支座反力是(　　)。



题 11—16 图

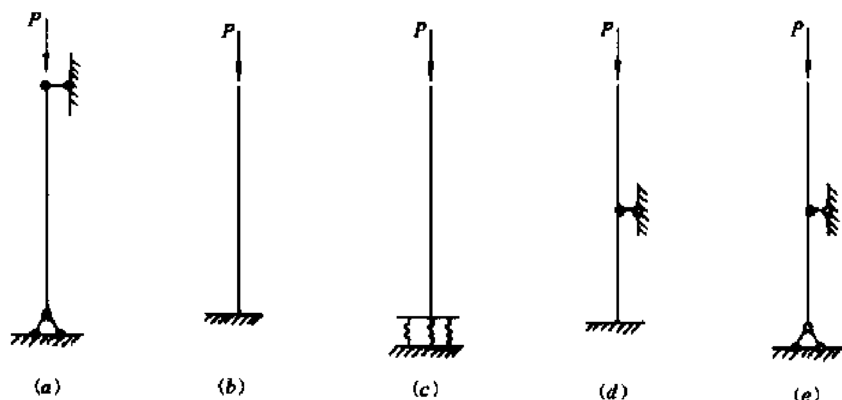


题 11—17 图



题 11—18 图

11—19　试画出图示各细长压杆失稳时挠曲线的大致形状，并标出其相应的约束反力。



题 11—19 图

§11-2 欧拉公式的适用范围

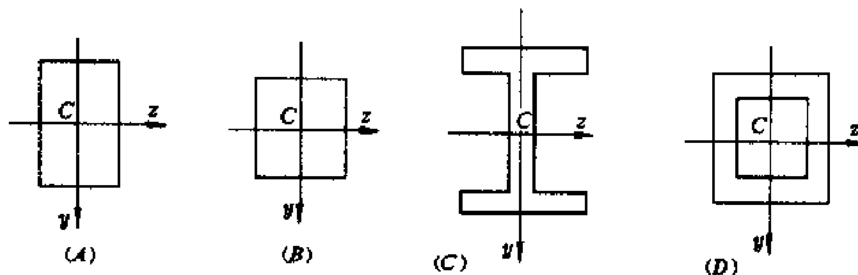
11—20 设 y、z 轴为压杆横截面的形心主轴。若压杆在 y、z 方向约束相同，压杆的合理截面形状为(　　)；若压杆在 y、z 方向的约束不同，压杆的合理截面形状为(　　)。

(A) 增大 I_y　(B) 增大 I_z　(C) 减小 λ_y　(D)减小 λ_z

(E) 在保持横截面面积不变情况下，使 I_y、I_z 同时增大，且使 $I_y = I_z$

(F) 在保持横截面面积不变情况下，使截面面积分布远离 y、z 轴，使 λ_y、λ_z 同时减小，且使 $\lambda_y = \lambda_z$

11—21 细长压杆在形心主惯性轴 y、z 方向的约束相同，其截面形状如图所示。各种截面的面积相等，其中最合理的是(　　)，最不合理的是(　　)。



题 11—21 图

11—22 矩形截面细长连杆，两端用柱形铰连接，其在 xy 平面内可视为两端铰支，在 xz 平面内近似视为两端固定。从稳定性角度考虑，截面合理的高、宽比为 $h/b =$ (　　)。

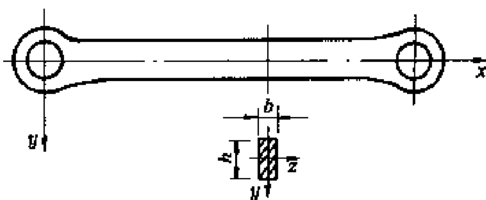
(A) 2　(B) 1　(B)0.7　(D) 0.5

11—23 图示细长压杆，其约束情况为下端在 xy 和 xz 平面内均为固定，上端在 xy 平面内视为固定端，在 xz 平面内可视为自由端。其 $\lambda_z =$ ________，$\lambda_y =$ ________，b 和 h 的合理比值 $b/h =$ ________。

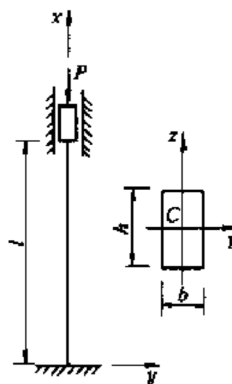
11—24 压杆失稳将发生在(　　)的纵向平面内。

(A) 截面惯性半径最小　(B) 长度系数 μ 最大

(C) 柔度 λ 最大　(D) 柔度 λ 最小



题 11—22 图



题 11—23 图

11—25 欧拉公式的适用条件是(　　)。

(A) $\lambda \leqslant \sqrt{\dfrac{\pi^2 E}{\sigma_p}}$　(B) $\lambda \geqslant \sqrt{\dfrac{\pi^2 E}{\sigma_p}}$　(C) $\lambda \leqslant \sqrt{\dfrac{\pi^2 E}{\sigma_s}}$　(D) $\lambda \geqslant \sqrt{\dfrac{\pi^2 E}{\sigma_s}}$

11—26 对压杆进行稳定性计算时,若把 $\lambda < \lambda_p$ 的压杆也用欧拉公式计算临界力,所得结果将(　　)压杆实际的临界力。这种计算是偏于(　　)。

(A) 大于　(B) 小于　(C) 等于　(D) 危险　(E) 安全

§11-3 压杆稳定性计算

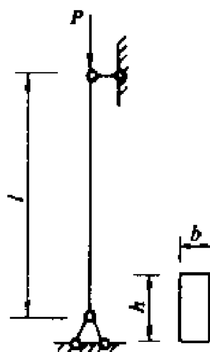
11—27 两端球形铰支的细长中心压杆,横截面为 $b \times h$ 的矩形,且 $h = 2b$,材料为 A3 钢。为提高压杆的稳定承载能力,下列方案中提高承载力最大的是(　　)。

(A) 压杆材料改用高强度合金钢

(B) 将压杆下端铰支承改为固定端支承

(C) 在压杆的中央增设一铰支承

(D) 将压杆矩形截面改为边长为$\sqrt{bh}$的正方形截面



题 11—27 图

11—28 有一矩形截面压杆,在 xy 面内失稳时两端视为铰支,并在中间有一铰支座 C。压杆在 xz 面内失稳时,两端可视为固定端。上述中间支座 C 对 xy 面内失稳有约束作用,但对 xz 面内失稳则无约束作用。压杆在 xy、xz 面内失稳时,柔度分别为 $\lambda_z =$ ________, $\lambda_y =$ ________;压杆截面尺寸 b 和 h 的合理比值 $b/h =$ ________。

11—29 一正方形截面细长压杆,因实际需要在 $n-n$ 横截面处钻一横向小孔如图所示。

(1) 在计算压杆的临界力时,所用的惯性矩值为(　　)。

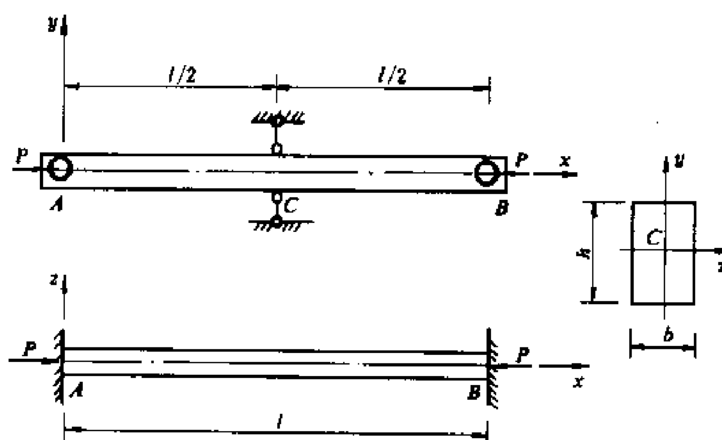
(A) $\dfrac{b^4}{12}$　(B) $\dfrac{b^4}{12} - \dfrac{\pi d^4}{64}$　(C) $\dfrac{b^4}{12} - \dfrac{bd^3}{12}$　(D) $\dfrac{b^4}{12} - \dfrac{b^3 d}{12}$

(2) 在对杆进行强度计算时,横截面面积应取(　　)。

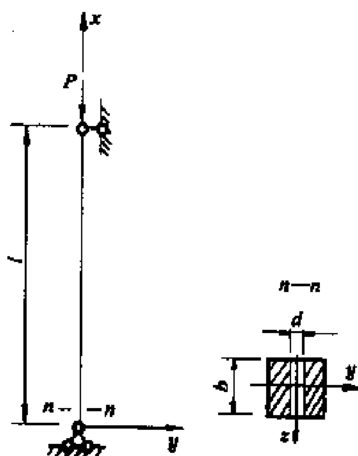
(A) b^2　(B) $b^2 - d^2$　(C) $b^2 - \pi db$　(D) $b^2 - bd$

11—30 两端铰支细长压杆,若在其中点加一铰支承如图所示,则欧拉临界力是原来的(　　)倍。

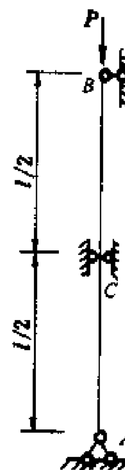
(A) 0.5　(B) 1　(C) 2　(D) 4



题 11—28 图



题 11—29 图



题 11—30 图

11—31　图示各细长中心压杆的材料和横截面分别相同，则欧拉临界力最大的是(　　　)，最小的是(　　)。

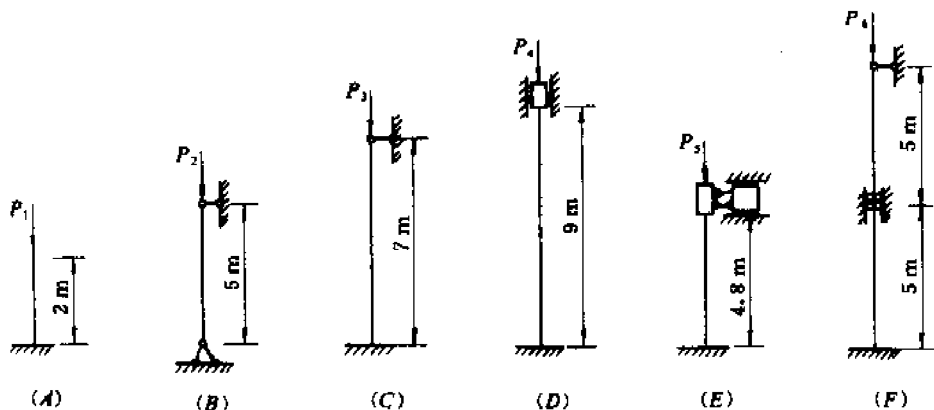
11—32　图示圆截面细长压杆的直径为 d，弹性模量 E，线膨胀系数 α，欧拉临界应力为 σ_{cr}。设杆件在初始温度时有初拉应力 σ_0，使杆件不因温度升高 Δt 度而发生失稳的条件是(　　　)。

(A) $\Delta t<\frac{\sigma_{cr}}{E\alpha}$　(B) $\Delta t<\frac{\sigma_{cr}+\sigma_0}{E\alpha}$　(C) $\Delta t<\frac{\sigma_{cr}-\sigma_0}{E\alpha}$　(D) $\Delta t<\frac{\sigma_0}{E\alpha}$

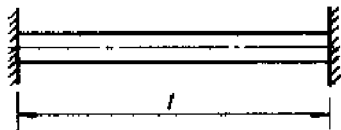
11—33　图示桁架中三根细长杆的材料、横截面形状和尺寸分别相同，抗弯刚度均为 EI。桁架在其所在平面内弹性失稳的临界压力是(　　　)。

(A) $P_{cr}=\frac{\pi^2EI}{l^2}$　　(B) $P_{cr}=\frac{2\pi^2EI}{l^2}$

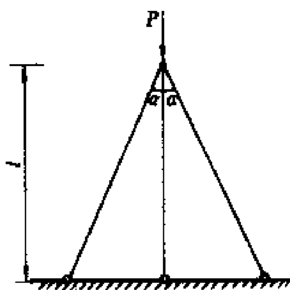
(C) $P_{cr}=\frac{\pi^2EI}{l^2}(1+2\cos\alpha)$　　(D) $P_{cr}=\frac{\pi^2EI}{l^2}(1+2\cos^3\alpha)$



题 11—31 图



题 11—32 图



题 11—33 图

11—34　两端固定的细长压杆，由两根 28a 号槽钢组成(图 a)。

(1) 当两槽钢由腹板自由地靠在一起时，压杆的欧拉临界力 $P_{cr}=$________。

已知单根槽钢截面(图 b)$b=82\text{mm}$，$z_0=21\text{mm}$，$A=4002\text{mm}^2$，$I_{y_0}=2.18\times10^6\text{mm}^4$，$I_z=4.76\times10^7\text{mm}^4$。

(2) 当压杆变为两槽钢腹板沿杆长焊为一整体后，压杆的欧拉临界力计算式中惯性矩的表达式是________，此时欧拉临界力为原来的(　　)。

　(A) 1 倍　(B) 1.31 倍　(C) 1.8 倍　(D) 2 倍

11—35　由截面、材料都相同的细长杆 AB 和 BC 组成的简单桁架，如图所示。荷载 P 作用时的角度 θ 只能在 $0\sim\frac{\pi}{2}$ 之间变化。

(1) 若使结构的临界荷载最大，应满足的条件是(　　)。

　(A) $\theta=\frac{\pi}{4}$　　(B) $\theta=\frac{\pi}{2}$

　(C) 两杆的轴力相等　　(D) 两杆同时达到各自的临界压力

(2) 结构达到最大临界荷载时，$\theta=$________。

11—36　图示结构中，AB 和 AC 杆的长度分别为 $l_1=2.5\text{m}$，$l_2=4.33\text{m}$，其直径均为 $d=100\text{mm}$，材料为 A3 钢。已算出 $N_1=\frac{\sqrt{3}}{2}P$，$N_2=\frac{P}{2}$，$\lambda_1=100$，$\lambda_2=173$，$(N_1)_{cr}=1550\text{kN}$，$(N_2)_{cr}=517\text{kN}$。当仅考虑压杆在 ABC 平面内的稳定性时，结构的临界力 P_{cr} 为(　　)。

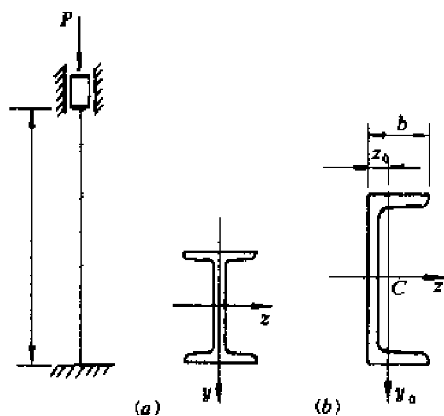
　(A) 由 $\sum Y=0$，得 $P_{cr}=(N_1)_{cr}\cos30^\circ+(N_2)_{cr}\cos60^\circ=1600\text{kN}$

　(B) $\because P_1=\frac{2}{\sqrt{3}}(N_1)_{cr}=1\,790\text{kN}$，$P_2=2(N_2)_{cr}=1\,034\text{kN}$，$\therefore P_{cr}=1\,034\text{kN}$

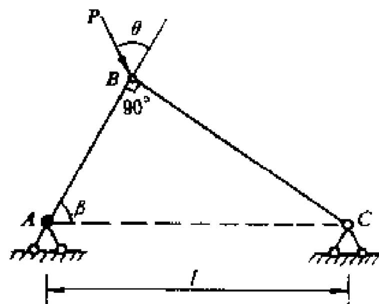
(C) $\because P_1=\frac{2}{\sqrt{3}}(N_1)_{cr}=1\ 790\text{kN}, P_2=2(N_2)_{cr}=1\ 034\text{kN}, \therefore P_{cr}=1\ 790\text{kN}$

(D) $\because \lambda_2>\lambda_1$ ∴仅需计算 AC 杆,可得 $P_{cr}=2(N_2)_{cr}=1\ 034\text{kN}$

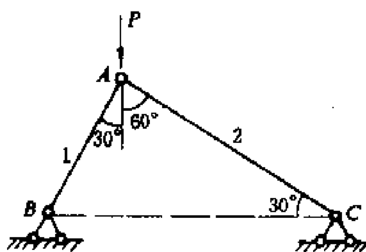
11—37 图中 AB、AC 杆的直径及材料均相同,设二杆均为细长压杆。当 P 从零开始逐渐增加时,最先失稳的为________,其失稳的原因是________。

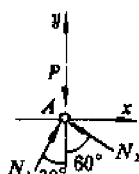


题 11—34 图

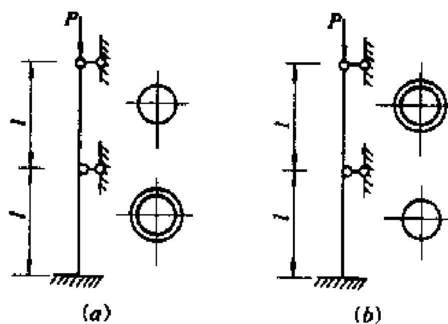


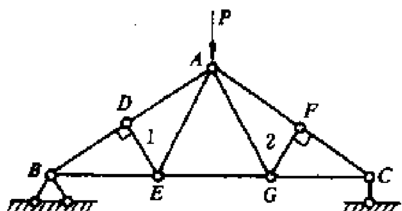
题 11—35 图





题 11—36 图





11—38 图示桁架的 1、2 两杆为零杆(即轴力为零的杆件),它们对结构的承载能力的意义是________。

11—39 图(a)、(b)所示中心受压杆中,实心圆杆与空心圆杆的横截面面积相同。从稳定性角度考虑,a、b 两种布置方案中较为合理的是________。

题 11—38 图

题 11—39 图

第十二章 能量方法

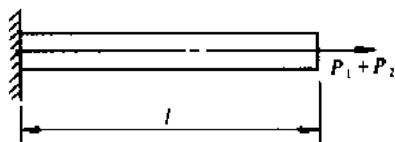
§12-1 应变能

12—1 图示等直杆，当 P_1 单独作用时，应变能为 U_1；当 P_2 单独作用时，应变能为 U_2。若 P_1 和 P_2 共同作用时，其应变能 U 是(　　)。

(A) $U<U_1+U_2$

(B) $U=U_1+U_2$

(C) $U>U_1+U_2$

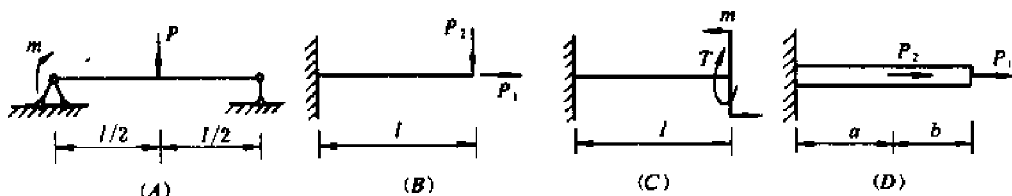


题 12—1 图

12—2 各构件受力如图所示。设构件在力(或力偶)单独作用时的应变能，分别用 $U(P)$、$U(m)$、$U(T)$、$U(P_1)$、$U(P_2)$表示，则下列与各图对应的构件应变能的表达式中，正确的为(　　)。

(A) $U=U(P)+U(m)$　　(B) $U=U(P_1)+U(P_2)$

(C) $U=U(m)+U(T)$　　(D) $U=U(P_1)+U(P_2)$

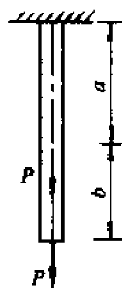


题 12—2 图

12—3 图示拉杆的应变能为(　　)。

(A) $U=\dfrac{P^2b}{2EA}+\dfrac{P^2(a+b)}{2EA}$　　(B) $U=\dfrac{P^2b}{2EA}+\dfrac{(2P)^2a}{2EA}$

(C) $U=\dfrac{P^2b^2}{2EA}+\dfrac{P^2a}{2EA}$　　(D) $U=\dfrac{P^2a}{2EA}+\dfrac{P^2(a+b)}{2EA}$



题 12—3 图

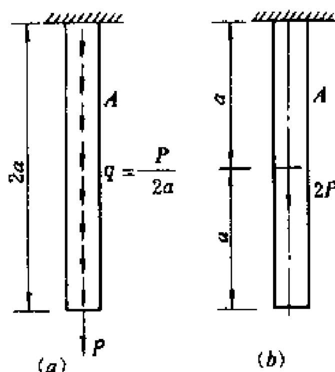
12—4 材料相同的两根直杆受载如图所示。杆件的抗拉刚度均为 EA，它们的应变能分别是 $U_a=$________，$U_b=$________。

12—5 图示圆轴的抗扭刚度为 GI_p，其应变能 U 为(　　)。

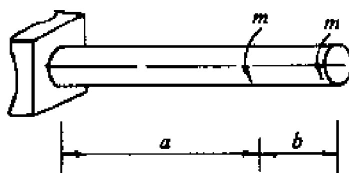
(A) $\dfrac{m^2a}{2GI_p}+\dfrac{m^2b}{2GI_p}$　　(B) $\dfrac{m^2(a+b)}{2GI_p}+\dfrac{m^2a}{2GI_p}$

(C) $\dfrac{m^2b}{2GI_p}+\dfrac{(2m)^2a}{2GI_p}$　　(D) $\dfrac{m^2a}{2GI_p}+\dfrac{(2m)^2b}{2GI_p}$

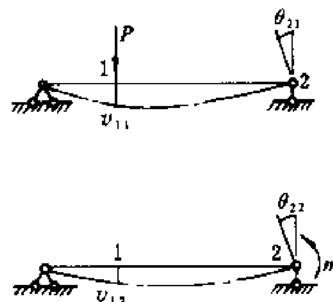
12—6 一简支梁在 P 和 m 分别作用下的挠度和转角如图所示。若在 P 和 m 共同作用下，梁的应变能 U 为(　　)。



题 12—4 图



题 12—5 图



题 12—6 图

(A) $\frac{1}{2}Pv_{11}+\frac{1}{2}m\theta_{22}$　　(B) $\frac{1}{2}Pv_{11}+\frac{1}{2}Pv_{12}+\frac{1}{2}m\theta_{22}$

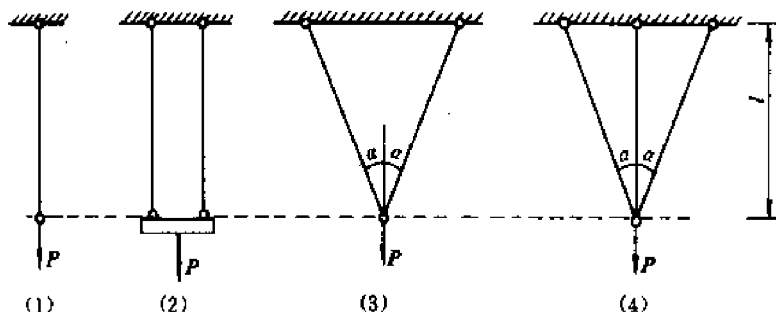
(C) $\frac{1}{2}Pv_{11}+\frac{1}{2}m\theta_{22}+\frac{1}{2}m\theta_{21}$　　(D) $\frac{1}{2}Pv_{11}+Pv_{12}+\frac{1}{2}m\theta_{22}$

(E) $\frac{1}{2}Pv_{11}+\frac{1}{2}m\theta_{22}+m\theta_{21}$

12—7　图示四种结构,各杆的材料和横截面面积分别相同。在集中力 P 作用下,结构中的应变能分别为 U_1、U_2、U_3、U_4,则下列结论中正确的是(　　　)。

(A) $U_1>U_2>U_3>U_4$　　(B) $U_1<U_2<U_3<U_4$

(C) $U_1>U_2,U_2<U_3,U_3>U_4$　　(D) $U_1<U_2,U_2>U_3,U_3<U_4$



题 12—7 图

12—8　图示$\frac{1}{4}$圆的平面曲杆,半径为 R,置于水平面内,A 端固定。在 B 截面受竖直方向的P 力作用时,θ 横截面上的内力分别是弯矩 $M=$________,扭矩 $T=$________,曲杆的应变能 $U=$________。

12—9　图示各杆的抗拉(压)刚度均是 EA,在中点都受到大小相等的集中力 P 作用,三杆应变能分别用 U_a、U_b 和 U_c 表示。

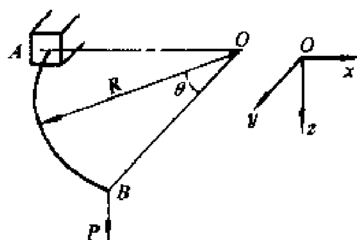
(1) 试定性分析三杆应变能之间的正确关系是(　　　)。

(A) $U_a=U_b=U_c$　　(B) $U_a>U_b>U_c$

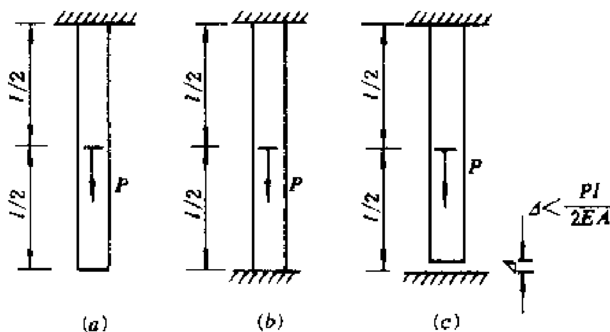
(C) $U_a>U_c>U_b$　　(D) $U_a<U_c<U_b$

(2)图(b)所示杆件的应变能是 $U_b=$____________。

(3)图(c)所示杆件的应变能是 $U_c=$____________。

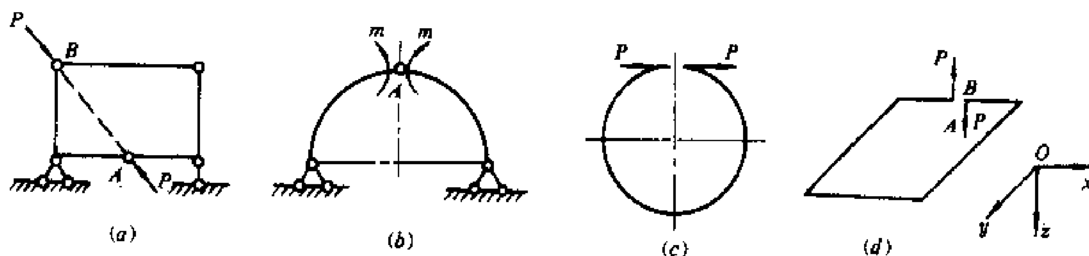


题 12- -8 图



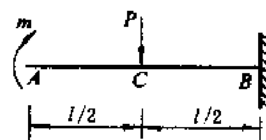
题 12—9 图

12—10 与图示结构外力系相应的广义位移分别是：(a) ________，(b) ________，(c) ________，(d) ________。



题 12—10 图

12—11 悬臂梁受力如图所示，其抗弯刚度为 EI。为求 A 截面的转角 θ_A，根据梁的应变能 $U=\dfrac{m^2l}{2EI}-\dfrac{Pml^2}{8EI}+\dfrac{P^2l^3}{48EI}$，外力作功 $W=\dfrac{1}{2}m\theta_A$，再根据功能原理 $W=U$，得 $\theta_A=\dfrac{2U}{m}=\dfrac{ml}{EI}-\dfrac{Pl^2}{4EI}+\dfrac{P^2l^3}{24Em}$。



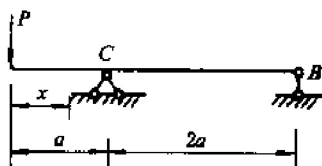
题 12—11 图

以上解法是错误的。错误的原因是________。

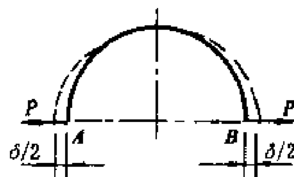
§ 12-2 卡氏定理

12—12 图示外伸梁的抗弯刚度为 EI。试指出下面用卡氏定理求 A 截面挠度 f_A 计算中的错误。

解：$M(x)=-Px$，$U=\int_0^a\dfrac{M^2(x)dx}{2EI}=\dfrac{P^2a^3}{6EI}$，$f_A=\dfrac{\partial U}{\partial P}=\dfrac{Pa^3}{3EI}$



题 12—12 图



题 12—13 图

12—13 半圆环受力如图所示。设在一对 P 力作用下半圆环的应变能为 U，A、B 两点沿 P 力方向的相对线位移为 δ。试用应变能与加载顺序无关的原理证明：

$$\delta=\frac{\partial U}{\partial P}$$

提示:结构受载时的应变能与加载的顺序无关。因此,可以按照两种不同的加载顺序加载,而它们的应变能应该相等。即先加一对 P 力,而后在 P 力上再加一对 dP 力,结构的总应变能为 U_1;另一种加载顺序是,先加一对力 dP,后再加一对 P 力时的总应变能为 U_2;再令 $U_1=U_2$。

12—14 悬臂梁受力如图所示,在两个 P 力共同作用下,1、2 两截面的挠度分别为 f_1 和 f_2。试证明$\frac{\partial U}{\partial P}=f_1+f_2$。



题 12—14 图

证明:设作用在 1、2 两截面上的外力分别为 P_1 和 P_2,且 $P_1=P_2=P$,则梁的应变能为 $U=U(P_1、P_2)$。根据复合函数求导法则,有

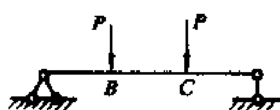
$$\frac{\partial U}{\partial P}=\frac{\partial U}{\partial P_1}\frac{\partial P_1}{\partial P}+\frac{\partial U}{\partial P_2}\frac{\partial P_2}{\partial P}=f_1+f_2$$

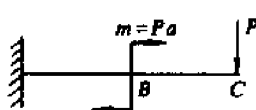
因此,若结构上有两个数值相同,作用点不同或方向不同的两个力作用时,在利用卡氏定理求其中某一力作用点沿该力方向的位移时,应将该力与其他力区分开。例如,$f_2=\left.\frac{\partial U}{\partial P_2}\right|_{P_2=P}$。

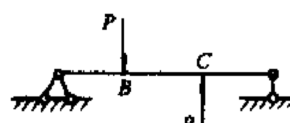
12—15 图示各梁的应变能均为 U,则$\frac{\partial U}{\partial P}$分别表示:($a$)(　　),($b$)(　　),($c$)(　　)。

(A)B 点沿 P 力方向的位移 δ_B　　(B)C 点沿 P 力方向的位移 δ_C

(C)B 截面沿 m 方向的转角 θ_B　　(D)$\delta_B+\delta_C$　　(E)$\theta_B a+\delta_C$



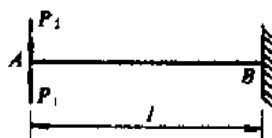




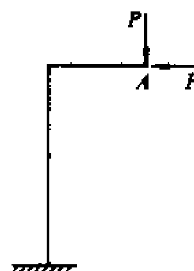
题 12—15 图

12—16 用卡氏定理求图示梁 A 点的挠度 f_A 时,下列各式中正确的有(　　)。

(A)$f_A=\frac{\partial U}{\partial P_1}$　(B)$f_A=\frac{\partial U}{\partial P_2}$　(C)$f_A=\frac{\partial U}{\partial(P_2-P_1)}$　(D)$f_A=\frac{\partial U}{\partial(P_1-P_2)}$



题 12—16 图



题 12—17 图

12—17 一刚架承受载荷如图所示。刚架的应变能为 U,则由卡氏定理 $\delta=\frac{\partial U}{\partial P}$求得的 δ 为(　　)。

(A)截面 A 的水平位移和铅垂位移的矢量和

(B)截面 A 的水平位移和铅垂位移的代数和

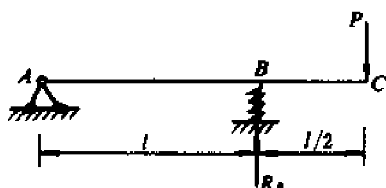
(C)截面 A 沿 45°(即合力)方向的线位移

(D)截面 A 的总位移

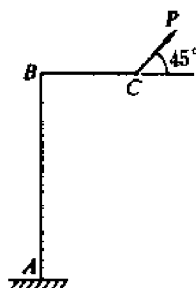
12—18 梁的抗弯刚度为 EI,B 支座为弹簧支承,弹簧系数为 k。设在集中力 P 作用下,梁和弹簧的应变能分别为 U_1 和 U_2。为求梁 C 点的挠度 f_C,由卡氏定理有(　　)。

(A) $f_C=\dfrac{\partial U_1}{\partial P}$　　(B) $f_C=\dfrac{\partial U_2}{\partial P}$

(C) $f_C=\dfrac{\partial(U_1+U_2)}{\partial P}$　　(D) $f_C=\dfrac{\partial U_1}{\partial P}+\dfrac{\partial U_2}{\partial R_B}$



题 12—18 图



题 12—19 图

12—19 图示刚架在 P 力作用下的应变能为 U,C 截面沿 P 力方向的位移为 f,即 $f=\dfrac{\partial U}{\partial P}$。设截面 C 的水平位移为 δ_x,竖直位移为 δ_y,一般情况下下列式中正确的是(　　)。

(A) $\delta_x=\dfrac{f}{\sqrt{2}},\delta_y=\dfrac{f}{\sqrt{2}}$　　(B) $\delta_x=\dfrac{f}{\sqrt{2}},\delta_y\neq\dfrac{f}{\sqrt{2}}$

(C) $\delta_x\neq\dfrac{f}{\sqrt{2}},\delta_y=\dfrac{f}{\sqrt{2}}$　　(D) $\delta_x\neq\dfrac{f}{\sqrt{2}},\delta_y\neq\dfrac{f}{\sqrt{2}}$

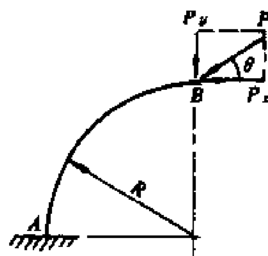
12—20 图示小曲率杆的应变能为 U,用卡氏定理求 B 点的总线位移时,正确的式子是(　　)。

(A) $f_B=\dfrac{\partial U}{\partial P_x}+\dfrac{\partial U}{\partial P_y}$

(B) $f_B=\dfrac{\partial U}{\partial P}$

(C) $f_B=\sqrt{\left(\dfrac{\partial U}{\partial P_x}\right)^2+\left(\dfrac{\partial U}{\partial P_y}\right)^2}$

(D) $f_B=\dfrac{\partial U}{\partial P_x}\cos\theta+\dfrac{\partial U}{\partial P_y}\sin\theta$

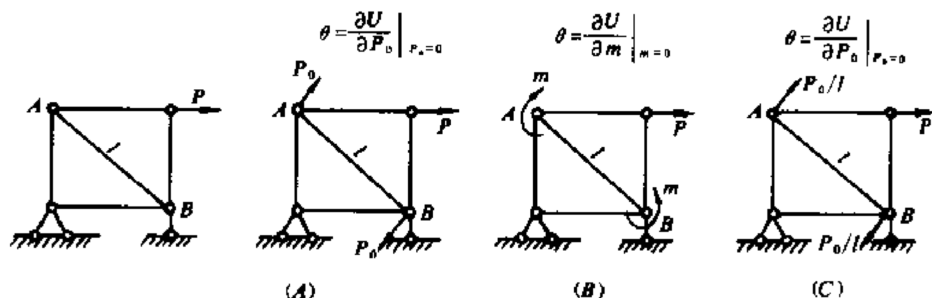


题 12—20 图

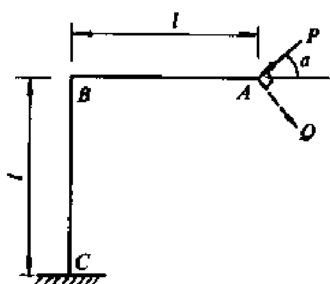
12—21 用卡氏定理求图示桁架 AB 杆的转角时,下列各种施加附加力及相应的求解式子中,正确的为(　　)。

12—22 图示平面刚架各杆的抗弯刚度均为 EI,在 A 点受 P 力作用。欲使 A 点的位移和 P 力方向一致,P 力和水平线方向的夹角 $\alpha=$ ________。

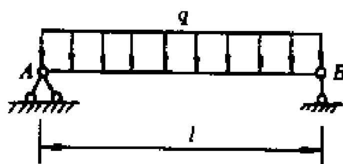
12—23 简支梁受均布荷载 q 作用如图所示。设梁的变形能为 U,则 $\dfrac{\partial U}{\partial q}$ 表示 ____________。



题 12—21 图



题 12—22 图



题 12—23 图

12—24　用卡氏定理求刚架某点的位移时，若该处没有与位移相应的荷载，则可在该处添加一与所求位移对应的广义力 P。在(　　)后，即可令该添加的广义力为零，然后计算出所求的位移。

(A) 求支反力　　　　(B) 列出弯矩方程 $M(x)$

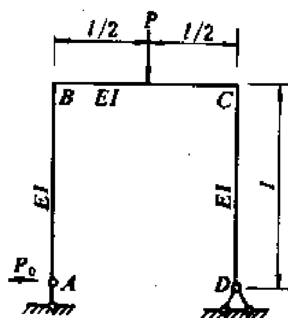
(C) 求偏导数$\frac{\partial M(x)}{\partial P}$　　　　(D) 积分求出位移

12—25　在求图示平面刚架 A 点水平位移 δ_{AH} 的以下几种方法中，正确的为(　　)。

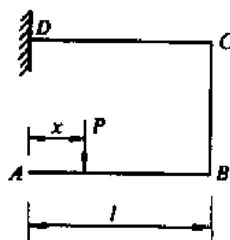
(A)根据对称性可知 $\delta_{AH}=0$

(B)先求出 P 力作用下 A、D 两支座处的支反力，再在 A 处加支反力 P_0，并求应变能 U，然后得 $\delta_{AH}=\frac{\partial U}{\partial P_0}\Big|_{P_0=0}$

(C)在 A 处先加水平力 P_0，然后求 A、D 两支座处的支反力，并求应变能 U，然后得 $\delta_{AH}=\frac{\partial U}{\partial P_0}\Big|_{P_0=0}$



题 12—25 图



题 12—26 图

12—26 图示平面刚架,各杆的抗弯刚度均为 EI。欲使节点 C 的铅垂位移 $\delta_{cy}=0$,荷载 P 沿 AB 移动的量 $x=$ ________。不计杆件轴向变形和剪切变形的影响。

§ 12-3 超静定问题

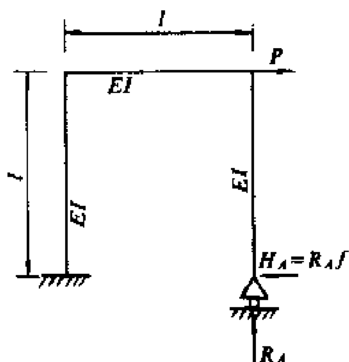
12—27 图示平面刚架中,各杆的抗弯刚度均为 EI。A 处滑轮与地面的摩擦系数为 f,刚架受力后滑轮将在地面上滑动。在求作用于滑轮上的压力 R_A 时,以下两种分析方法中,正确的为(　　)。

(A) $U=U(P,R_A,H_A)$

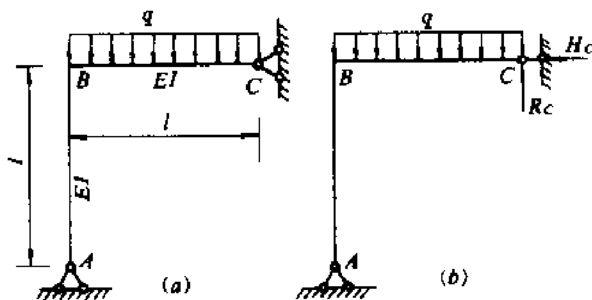
$\because H_A=fR_A$,$\therefore H_A$ 不是独立的广义力,对 R_A 和 H_A 不必区分。将 H_A 用 fR_A 代替后,对 U 中的所有 R_A 求偏导,再利用 $\frac{\partial U}{\partial R_A}=0$,可求出 R_A。

(B) $U=U(P,R_A,H_A)$

虽然 $H_A=fR_A$,但是应该把 R_A 和 H_A 区分开,把 R_A 和 H_A 视为两个独立的广义力,仅对 U 中 R_A 求偏导,而不对 H_A 中的 R_A 求偏导,再利用 $\frac{\partial U}{\partial R_A}=0$,可求出 R_A。



题 12—27 图



题 12—28 图

12—28 一次超静定刚架(图 a)的相当系统如图(b)所示。在用卡氏定理求刚架的支反力 R_C、H_C 的下列方法中,正确的为(　　)。

(A) $U=U(q,R_C,H_C),\frac{\partial U}{\partial R_C}=0$

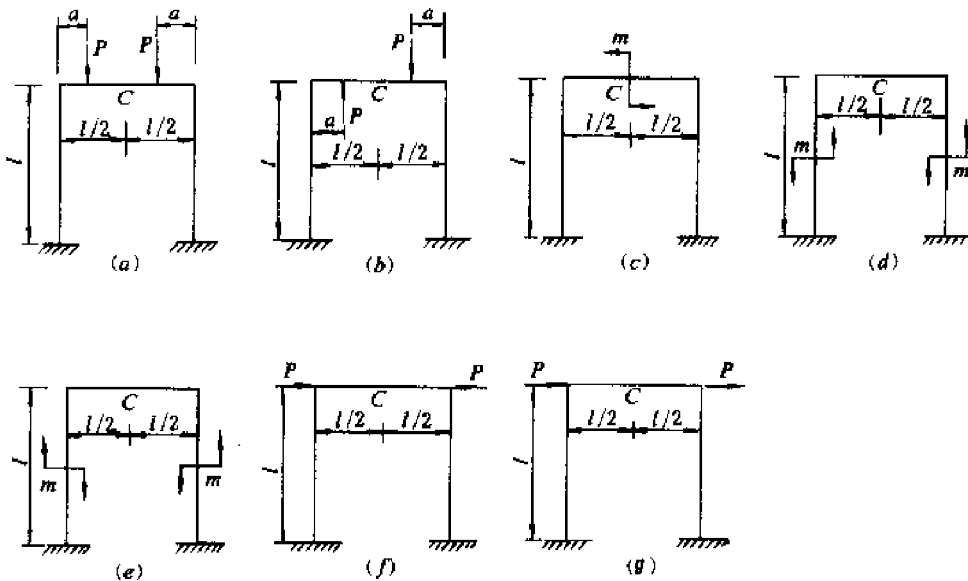
(B) $U=U(q,R_C,H_C),\frac{\partial U}{\partial R_C}=0,\frac{\partial U}{\partial H_C}=0$

(C) $\sum M_A=0,H_C=\frac{1}{2}qa-R_C,U=U(q,R_C),\frac{\partial U}{\partial R_C}=0$

(D) $U=U(q,R_C,H_C),\frac{\partial U}{\partial R_C}=0$,再用 $H_C=\frac{1}{2}qa-R_C$

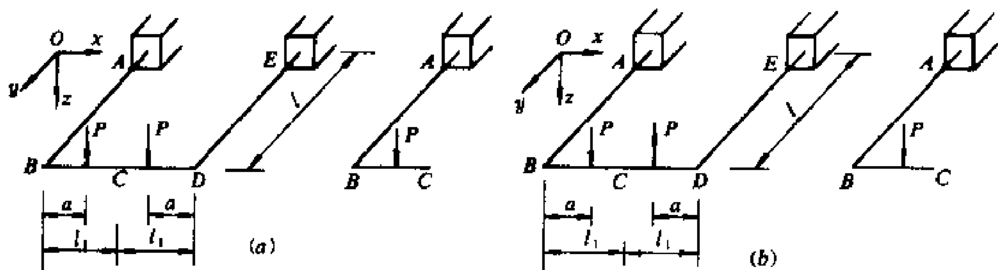
12—29 当荷载作用在平面刚架的平面内时,杆件横截面上的内力一般有弯矩、轴力和剪力。对于对称的平面刚架,当荷载对称时,有对称平面上,有对称的内力,即弯矩和轴力,反对称的剪力必为零;同时,对称面的位移,不满足对称性的位移分量为零。当荷载反对称时,其对称平面内,只有剪力;同时,对称面的位移,不满足反对称的位移分量为零。根据以上原理,(1)下列各对称刚架的对称截面 C 上的内力分别为:(a)____,(b)____,(c)____,(d)____,(e)____,(f)____,(g)____。

(2) 对称截面 C 为零的位移分量分别为(a)____，(b)____，(c)____，(d)____，(e)____，(f)____，(g)____。



题 12—29 图

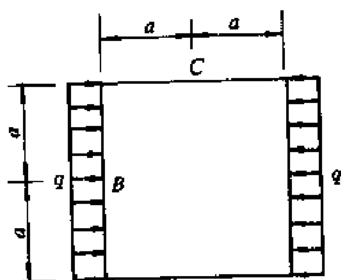
12—30　当荷载垂直作用于平面刚架所在平面时(图 a、b)，杆的横截面上一般只有垂直于刚架平面的内力，即只有垂直平面内的弯矩、扭矩和剪力；而位于刚架平面内的弯矩、剪力和轴力均为零。对于对称结构，当荷载对称时(图 a)，对称平面 C 上，仅有对称的内力弯矩，而反对称的内力扭矩和剪力均为零；同时，对称面 C 只有沿 z 方向的线位移和绕 x 轴的扭转角，而 C 截面绕 y 轴的转角为零。当荷载反对称时(图 b)，对称截面 C 上只有扭矩和剪力，而对称内力弯矩必为零；同时，对称截面 C 沿 z 方向的线位移和绕 x 轴的扭转角必为零，而绕 y 轴的转角不为零。根据以上原理，图(a)所示刚架对称截面 C 上内力分量为零的是______，不为零的是______；图(b)所示刚架对称截面上内力分量为零的是______，不为零的是______。



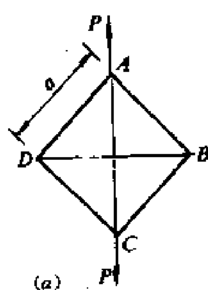
题 12—30 图

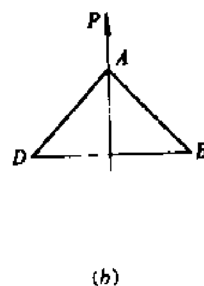
12—31　图示超静定平面刚架受力如图所示，各杆的抗弯刚度均为 EI。在对称面 B、C 上等于零的内力分量是________；B、C 截面的已知位移条件分别是________。

12—32　边长为 a 的正方形平面刚架，各杆的抗弯刚度 EI 相等，在对角线 AC 方向受荷载 P 作用如图(a)所示。若取相当系统如图(b)所示，试在 B、D 截面处标出相应的内力，其相应的变形协调条件为______。



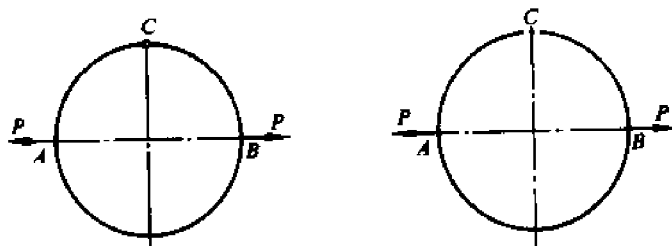
题 12—31 图





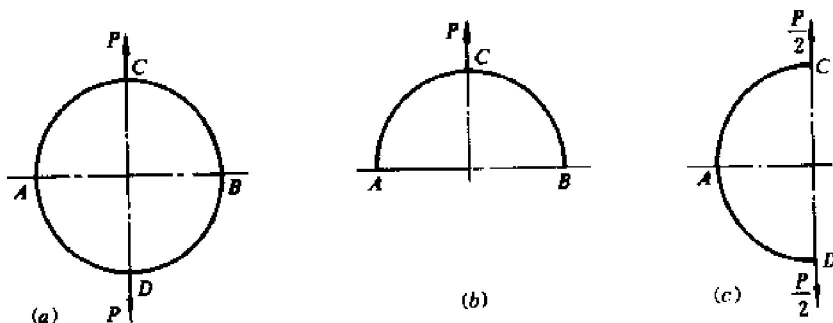
题 12—32 图

12—33 图示圆环的 C 截面处有铰链，抗弯刚度为 EI。取相当系统如图(b)所示，试画出 C 截面处的内力，其相应的变形协调条件为______。



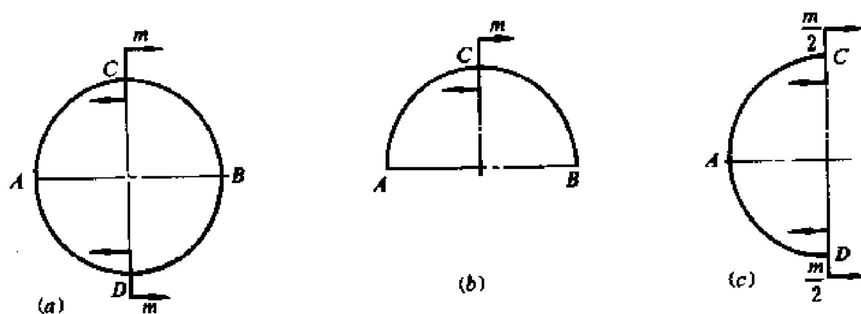
题 12—33 图

12—34 等截面圆环受力如图(a)所示。试分别画出 A、B 截面(图 b)及 C、D 截面(图 c)上的内力。



题 12—34 图

12—35 等截面圆环受力如图(a)所示。试分别画出 A、B、C、D(图 b、c)截面上的内力。

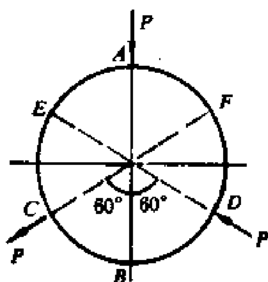


题 12—35 图

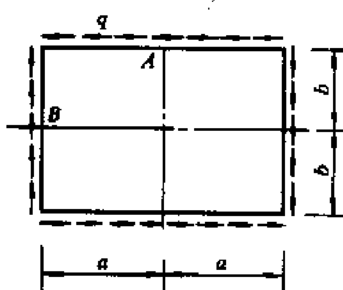
12—36　等截面圆环受力如图所示。B、E、F 截面上的内力分别有________。

12—37　平面框架受切向分布荷载 q 作用，则 A、B 截面上的内力分别为 M_A = ________，N_A = ________，Q_A = ________；M_B = ________，N_B = ________，Q_B = ________。

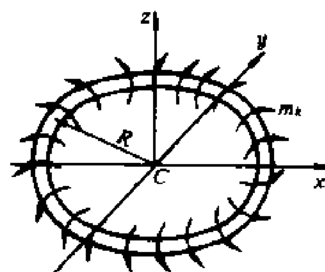
12—38　平均半径为 R 的圆环，其横截面是直径为 d 的圆形。整个圆环上承受沿轴线均匀分布的力偶作用，集度为 m_k（力偶矢沿圆环轴线的切线方向）。任一横截面上应有的内力是________，其值为________。



题 12—36 图



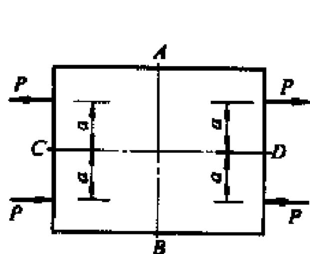
题 12—37 图

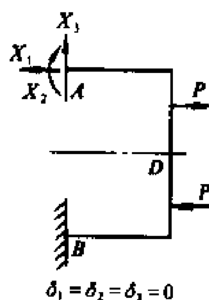


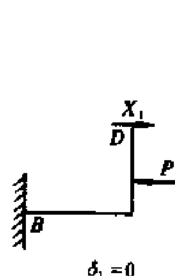
题 12—38 图

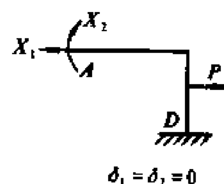
12—39　封闭框架受力如图所示。下列所取相当系统及变形协调条件中，正确的为（　　）。

12—40　图示刚架各杆的抗弯刚度均为 EI，抗扭刚度均为 GI_p。在 A、C 处和 B、D 处分别受垂直于刚架平面的向上和向下的 P 力作用。E 截面上的内力分别为 M_x = ____，M_y = ____，M_z = ____，Q_z = ____，N_x = ____，Q_y = ____。







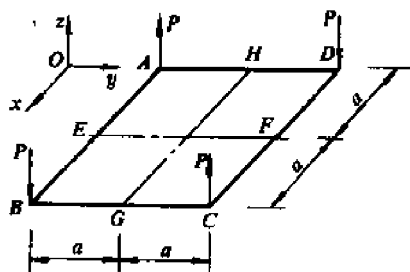


题 12—39 图

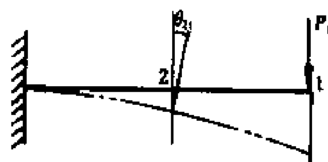
12—41　如图所示悬臂梁，在端面 1 处作用荷载 $P_1 = 5\text{kN}$，测得截面 2 处的转角为 $\theta_{21} = 0.01\text{rad}$。那么在截面 2 处应加荷载为（　　），则能使截面 1 处的挠度 $f_{12} = 1\text{mm}$。

(A) $P_2 = 50\text{N}$(↓)　　(B) $M_2 = 50\text{N}\cdot\text{m}$(↲)

(C) $P_2 = 500\text{N}$(↓)　　(D) $M_2 = 500\text{N}\cdot\text{m}$(↲)



题 12—40 图



题 12—41 图

第十三章 动 应 力

§ 13－1 动静法的应用

13—1 比重为 γ 的等直杆匀速上升时，某一横截面上的应力为 σ。当其以匀加速度 a 上升时，该截面上的动应力为(　　　)；以匀加速度 a 下降时，该截面上的动应力为(　　　)。

(A) $\left(1-\dfrac{a}{g}\right)\sigma$　　(B) $\left(1+\dfrac{a}{g}\right)\sigma$　　(C) $\dfrac{a}{g}$　　(D) $-\dfrac{a}{g}\sigma$



题 13—1 图



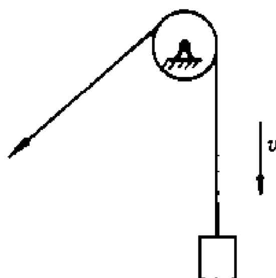
题 13—2 图

13—2 均质等截面直杆水平放置于一排光滑滚子上，在轴向集中力 P 作用下，匀加速向右运动，该杆的轴力图为(　　　)。

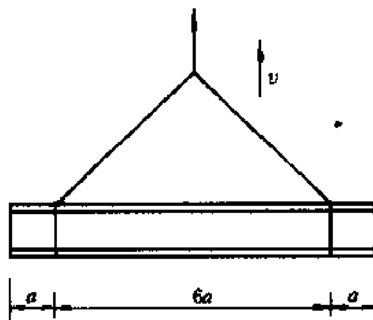
13—3 一起重机吊起重 P 的物体，自高处下降，经过时间间隔 t 后，速度由 v_1 均匀减小到 $v_2(v_1>v_2)$。在下降过程中，吊索内的轴力是(　　　)。

(A) $N=P\left(1-\dfrac{v_1+v_2}{2gt}\right)$　　(B) $N=P\left(1+\dfrac{v_1+v_2}{2gt}\right)$

(C) $N=P\left(1-\dfrac{v_1-v_2}{gt}\right)$　　(D) $N=P\left(1+\dfrac{v_1-v_2}{gt}\right)$



题 13—3 图



题 13—4 图

13—4 一工字钢的单位长度重量为 q，抗弯截面系数为 W，起吊情况如图所示。设提升

速度由 v_1 经过时间 t 后，增加到 $v_2(v_1<v_2)$。

(1) 工字钢单位长度上的惯性力 q' 为(　　)。

(A) $q'=\frac{q(v_2-v_1)}{gt}$，方向向下　　(B) $q'=\frac{q(v_2-v_1)}{gt}$，方向向上

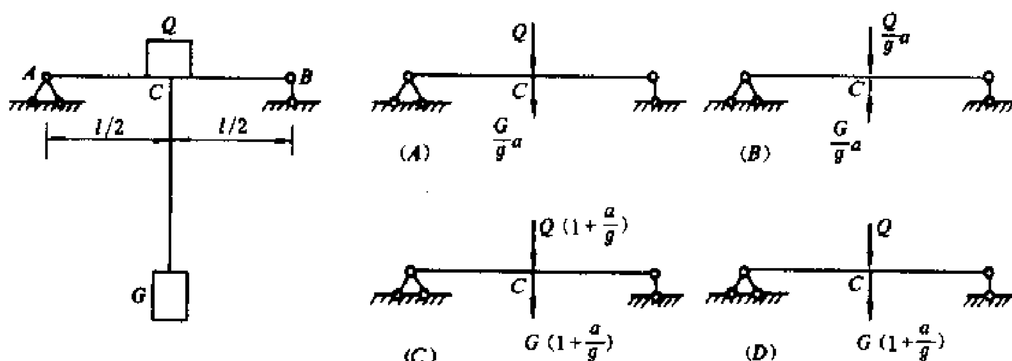
(C) $q'=\frac{q(v_1-v_2)}{gt}$，方向向上　　(D) $q'=\frac{q(v_1-v_2)}{gt}$，方向向下

(2) 工字钢的危险截面在中点处，该截面上的弯矩是(　　)。

(A) $M=\frac{(q+q)'(8a)^2}{8}$　　(B) $M=\frac{(q-q)'(8a)^2}{8}$

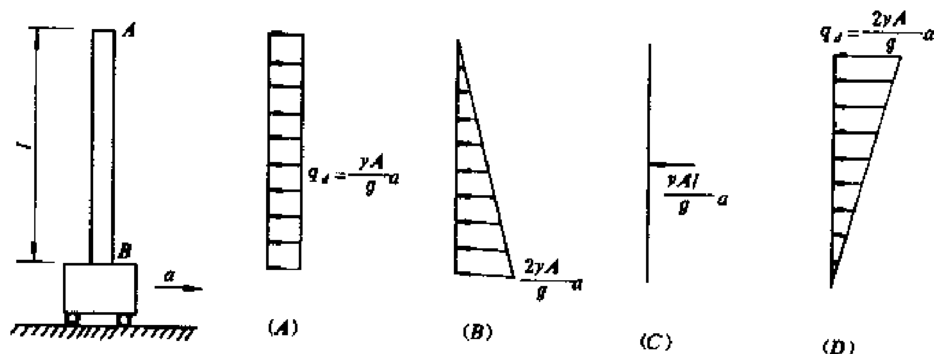
(C) $M=\frac{(q+q')(6a)^2}{8}-\frac{(q+q')a^2}{2}$　　(D) $M=\frac{(q-q')(6a)^2}{8}-\frac{(q-q')a^2}{2}$

13—5　起重设备的重量为 Q，安装在简支梁 AB 的中点 C 处。起吊重物的重量为 G，重物以等加速度 a 上升，不计梁的自重，梁上的外力应为图(　　)所示。



题 13—5 图

13—6　小车上固结一根直杆 AB，其横截面面积为 A，比重为 γ。小车以加速度 a 在水平面上作匀加速直线运动，则 AB 杆惯性力的表示方法正确的是(　　)。



题 13—6 图

13—7　长度为 l 的等直钢杆 AB，横截面面积为 A，以角速度 ω 匀速转动。已知钢的比重 γ，弹性模量 E，许用应力 $[\sigma]$。试求此杆容许的角速度(不计杆自重引起的弯曲应力)和容许角速度下杆的伸长量。

解：(1) 旋转杆的惯性力应如图(　　)示。

(2) 旋转杆任意 x 截面上的轴力是(　　)。

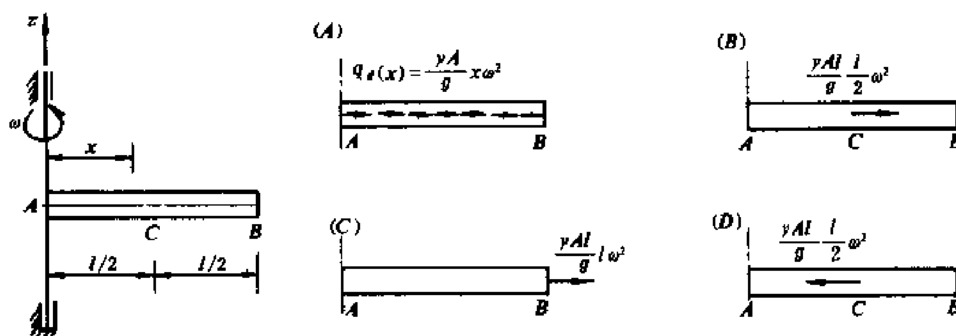
(A) $N_d(x)=\int_0^x \frac{\gamma A\omega^2}{g}x\,dx=\frac{\gamma A\omega^2 x^2}{2g}$

(B) $N_d(x)=\int_l^x \frac{\gamma A\omega^2}{g}x\mathrm{d}x=\frac{\gamma A\omega^2(x^2-l^2)}{2g}$

(C) $N_d(x)=\int_x^l \frac{\gamma A\omega^2}{g}x\mathrm{d}x=\frac{\gamma A\omega^2(l^2-x^2)}{2g}$

(3) 由 $\sigma_{d\max}=\frac{N_{d\max}}{A}\leqslant[\sigma]$，得此杆的容许转速 $\omega\leqslant$__________。

(4)在最高容许转速下，杆件的伸长量 $\Delta l=$__________。

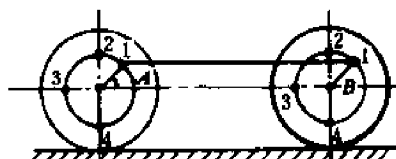


题 13—7 图

13—8 (1) 机车匀速前进时，机车的车轮以等角速度转动，则车轮上的连杆 AB 最不利的受力状态是位于图中(　　)位置。

(A) 1—1　　(B) 2—2

(C) 3—3　　(D) 4—4



题 13—8 图

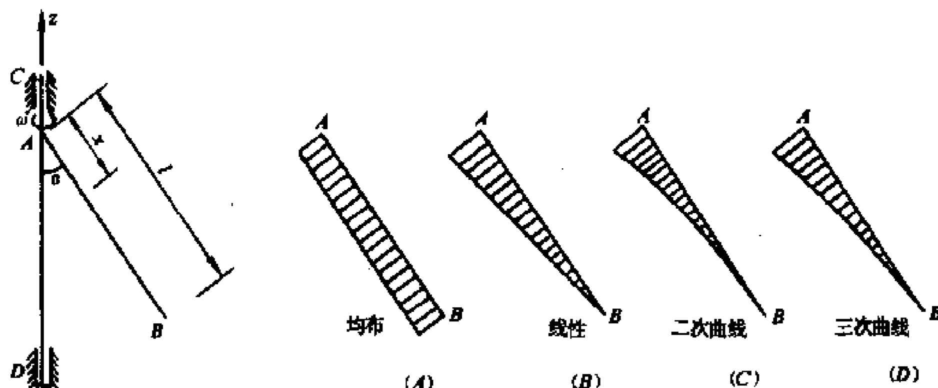
(2) 设机车车轮以等角速度 ω 转动，AB 连杆的横截面面积为 A，抗弯截面系数为 W，杆长为 l，材料比重为 γ，车轮半径为 R，则 AB 杆上的最大弯曲正应力 $\sigma_{\max}=$__________。

13—9 固结在 CD 杆上的斜杆 AB，以角速度 ω 绕 z 轴匀速转动。AB 杆的长度为 l，横截面面积为 A，比重为 γ。

(1) x 截面处的惯性力集度 $q_d(x)=$________，其方向为________。

(2) 画出 AB 杆的惯性力分布图。

(3) AB 杆的最大弯矩发生在________截面处，其值 $M_{\max}=$________；弯矩图如图(　　)所示；最大轴力发生在________截面处，其值 $N_{\max}=$________。



题 13—9 图

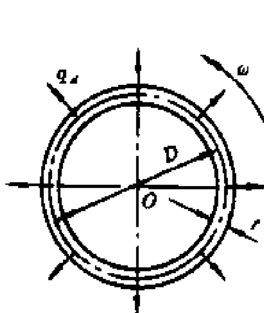
13—10 薄壁钢圆环以匀角速度 ω 旋转，圆环壁厚为 t，平均直径为 D，长度为 b，材料比

重为 γ。

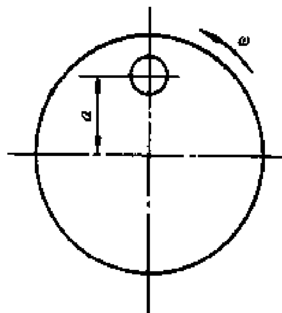
(1) 圆环旋转时作用于平均直径上的惯性力集度 q_d 为(　　　)。

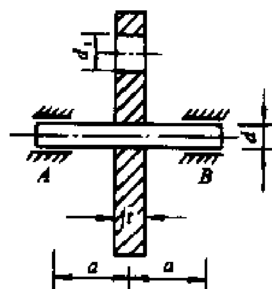
(A) $q_d=\frac{2\gamma\omega^2}{g}Dtb$　(B) $q_d=\frac{\gamma\omega^2}{g}Dtb$　(C) $q_d=\frac{\gamma\omega^2}{2g}Dtb$　(D) $q_d=\frac{\gamma\omega^2}{4g}Dtb$

(2) 因惯性力集度 q_d 存在,使任一径向截面上的正应力 $\sigma_d=$______。



题 13—10 图





题 13—11 图

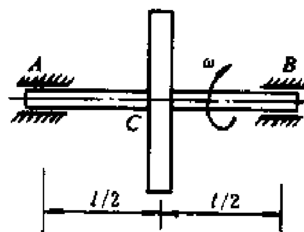
13—11　钢制旋转圆盘有一偏心圆孔如图所示。钢的比重 γ,圆盘以角速度 ω 匀速转动。

(1) 作用于圆轴 AB 中部的惯性集中力是(　　　)。

(A) $P_d=\frac{\gamma\pi d_1^2}{8g}\omega^2at$　(B) $P_d=\frac{\gamma\pi d_1^2}{4g}\omega^2at$　(C) $P_d=\frac{\gamma\pi d_1^2}{2g}\omega^2at$　(D) $P_d=\frac{2\gamma\pi d_1^2}{g}\omega^2at$

(2) 设旋转圆轴的直径为 d,不计圆盘重量和轴的自重,则由惯性集中力产生的圆轴的最大弯曲正应力 $\sigma_{d\max}=$______。

13—12　旋转轴 AB 上装有一盘体,盘体的转动惯量为 I_0,重量为 P。不计轴的自重,并设轴两端的轴承可以传递扭转力矩。试画出下列各种情况下 AB 轴的受力图。



题 13—12 图

(1) 盘体的质心和 AB 轴的轴线重合(盘体无偏心),轴以角速度 ω 匀速转动。

(2) 盘体的质心和轴的轴线不重合,设偏心距为 e,轴以角速度 ω 匀速转动。

(3) 盘体无偏心,某一瞬时的角速度 ω、角加速度为 ϵ。

(4) 盘体偏心,偏心距为 e,某一瞬时的角速度为 ω、角加速度为 ϵ。

§ 13-2　冲击荷载

13—13　三根杆的材料相同,截面大小和长度尺寸如图所示。在相同的自由落体冲击作用下,三根杆最大动应力的关系应是(　　　)。

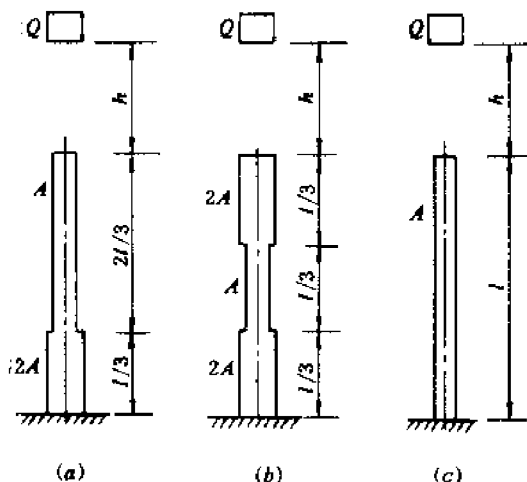
(A) $(a)>(b)>(c)$　　(B) $(c)>(b)>(a)$

(C) $(b)>(c)>(a)$　　(D) $(b)>(a)>(c)$

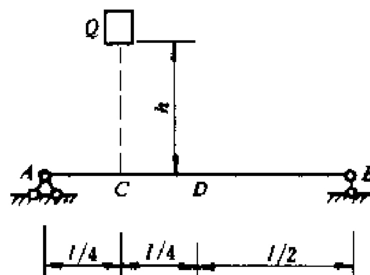
13—14　重量为 Q 的重物自高 h 处自由落下,冲击到图示梁的 C 截面处,则动荷系数中的静位移是将 Q 置于(　　　)。

(A) C 截面时,梁的最大挠度值　　(B) C 截面时,D 截面的挠度值

(C) C 截面时,C 截面的挠度值　　(D) D 截面时,C 截面的挠度值

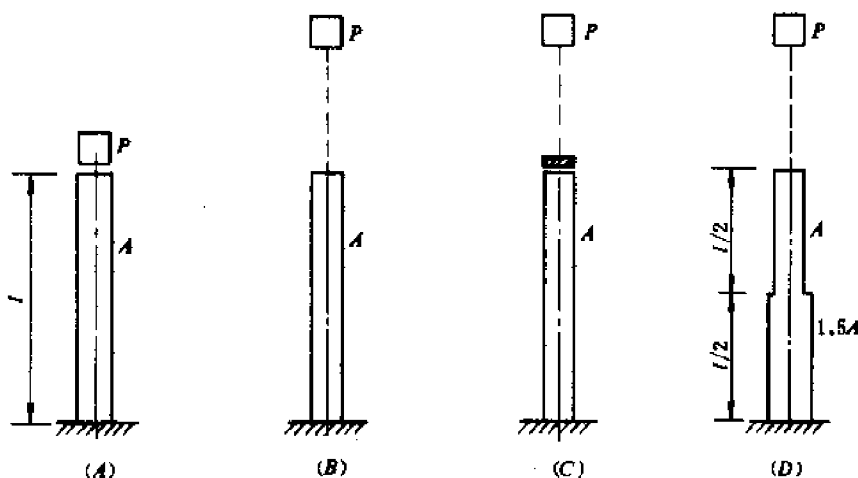


题 13—13 图



题 13—14 图

13—15　四种圆柱均受重为 P 的自由落体的冲击，C 柱上端有一橡胶垫。其中动荷系数最大的是(　　)；动荷系数最小的是(　　)，其值 $K_d =$ ＿＿＿＿；B 柱与 C 柱相比较，动荷系数较大的是(　　)。



题 13—15 图

13—16　图示杆的下端有一固定圆盘，盘上有一弹簧。杆的抗拉刚度为 EA，弹簧系数为 k，当重物 P 自由下落冲击时，动荷系数为(　　)。

(A) $K_d = 1 + \sqrt{1 + \dfrac{2h}{Pl/(EA)}}$　　(B) $K_d = 1 + \sqrt{1 + \dfrac{2h}{Pl/(EA) - P/k}}$

(C) $K_d = 1 + \sqrt{1 + \dfrac{2h}{Pl/(EA) + P/k}}$　　(D) $K_d = 1 + \sqrt{1 + \dfrac{2h}{P/k}}$

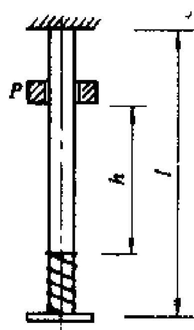
13—17　重量为 P 的重物在梁上方 h 处，以向下的速度 v 冲击到梁上。设 P 力以静载作用时，冲击点的静位移为 Δ_{st}，则冲击时的动荷系数是(　　)。

(A) $K_d = (1 + \sqrt{1 + 2h/\Delta_{st}})(1 + \sqrt{1 + v^2/g\Delta_{st}})$

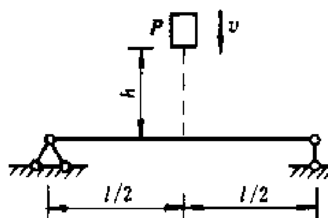
(B) $K_d = 1 + \sqrt{2 + (v^2 + 2gh)/g\Delta_{st}}$

(C) $K_d = 2 + \sqrt{1 + 2h/\Delta_{st}} + \sqrt{1 + v^2/g\Delta_{st}}$

(D) $K_d = 1 + \sqrt{1 + (v^2 + 2gh)/g\Delta_{st}}$

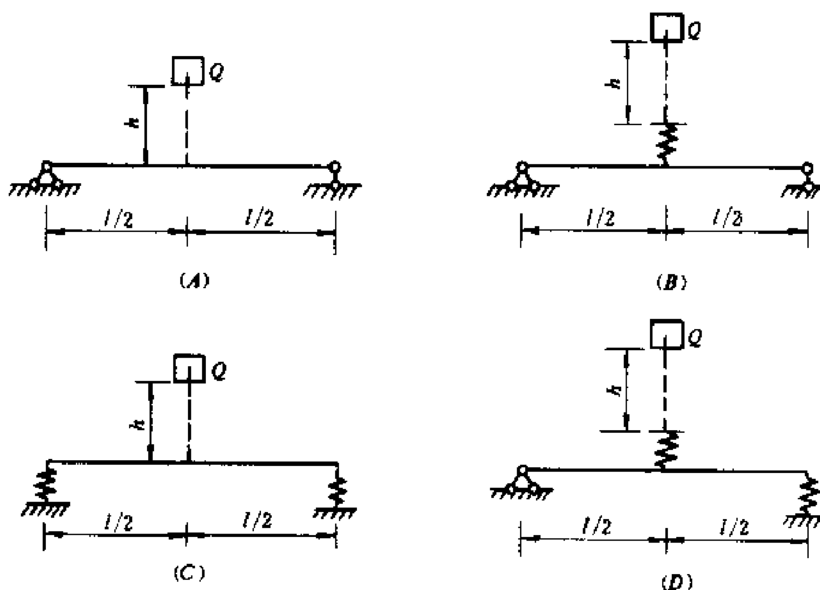


题 13—16 图



题 13—17 图

13—18 梁和弹簧都相同的四种结构如图所示。其中缓冲效果最好的是(　　　),最差的是(　　　)。



题 13—18 图

13—19 在悬臂梁 AB 的中点 C 处有一静载 P,而后有一重量为 Q 的物体从高度为 h 处自由落下,如图所示。

(1) 动荷系数中静位移 Δ_{st} 为(　　　)。

(A) Q 作用在 B 点时,仅由 Q 产生的 B 截面的挠度

(B) 在 P 和 Q 共同作用下,B 截面的挠度

(C) 仅由 P 产生的 B 截面的挠度

(D) 在 P 和 Q 共同作用下,C 截面的挠度

(2) 设冲击时的动荷系数为 K_d,则梁的最大弯矩为(　　　)。

(A) $M_{max} = (\frac{1}{2}Pl + Ql)K_d$　　(B) $M_{max} = \frac{1}{2}PlK_d + Ql$

(C) $M_{max} = \frac{1}{2}Pl + QlK_d$　　(D) $M_{max} = (\frac{1}{2}Pl + Ql)/K_d$

13—20 简支梁的右端支承于弹簧支座上,弹簧系数为 k,梁的抗弯刚度为 EI。当梁受

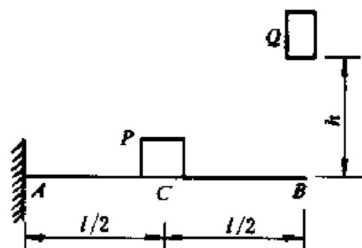
到重为 P,高度为 h,自由下落的物体冲击时,动荷系数为(　　　　)。

(A) $K_d=1+\sqrt{1+\dfrac{96hEI}{Pl^3}}$

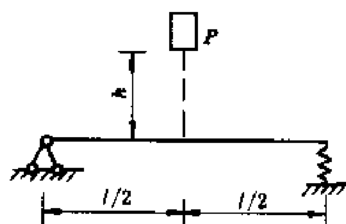
(B) $K_d=1+\sqrt{1+\dfrac{2h}{Pl^3/(EI)+P/(2k)}}$

(C) $K_d=1+\sqrt{1+\dfrac{2h}{Pl^3/(48EI)+P/(2k)}}$

(D) $K_d=1+\sqrt{1+\dfrac{2h}{Pl^3/(48EI)+P/(4k)}}$



题 13—19 图



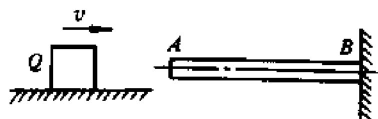
题 13—20 图

13—21　重量为 Q 的重物,以速度 v 冲击弹性杆 AB。设杆在 Q 力作用下,A 端的静位移为 Δ_{st}。用能量守恒原理推导出冲击时的动荷系数 $K_d=$______。

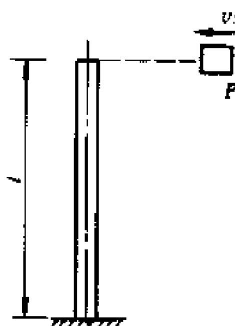
13—22　重量为 P 的物体,以速度 v 沿水平方向冲击立柱,立柱的抗弯刚度为 EI,则动荷系数为(　　　)。

(A) $K_d=1+\sqrt{1+\dfrac{3v^2EI}{gPl^3}}$　　　(B) $K_d=\sqrt{1+\dfrac{3v^2EI}{gPl^3}}$

(C) $K_d=\sqrt{\dfrac{3v^2EI}{gPl^3}}$　　　(D) $K_d=1+\sqrt{\dfrac{3v^2EI}{gPl^3}}$



题 13—21 图



题 13—22 图

13—23　AD 杆可以绕梁的 A 端自由转动。AD 杆的 D 端连有一重量为 Q 的重物,梁的抗弯刚度为 EI。现重物从图示竖直位置以水平初速度 v 向梁中 C 点冲击。梁中点 C 在 Q 力作用下的静挠度为 Δ_{st},在冲击力作用下 C 点最大挠度为 Δ_d。冲击前瞬间,整个系统的能量为冲击物的______,其值为______;当 C 点挠度达到 Δ_d 时,整个系统的能量为梁的______,其值为______;冲击时的动荷系数 $K_d=$______。

13—24　重量为 Q 的重物,以速度 v 沿水平方向冲击刚架,如图所示。

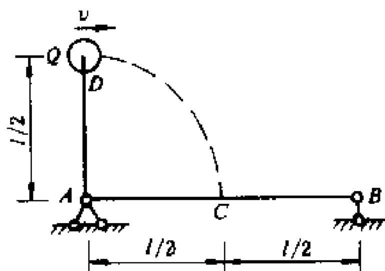
(1) 已知各杆的抗弯刚度均为 EI,欲求 C 点的铅垂位移,则动荷系数中的静位移 Δ_{st}应是

(　　)。

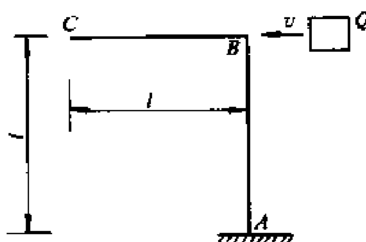
(A) C 点的垂直位移　　(B) C 点的水平位移

(C) B 点的水平位移　　(D) B 截面的转角

(2) 动荷系数 $K_d=$ ________, C 点沿铅垂方向的静位移 $\Delta_{st}=$ ________, 冲击时 C 点的铅垂位移 $\Delta_d=$ ________。



题 13—23 图



题 13—24 图

13—25　直径为 d 的等截面圆轴, A 处安装有制动器, B 处安装有飞轮。飞轮的转动惯量为 I_0, 匀速转动的速度为 n 转/分, 圆轴的剪变模量为 G。

(1) 设制动器工作时, 在 t 秒钟内使飞轮停止, 制动过程中轴所受扭矩为(　　)。

(A) $T_d=\frac{n}{t}I_0$　　(B) $T_d=\frac{n}{2\pi t}I_0$

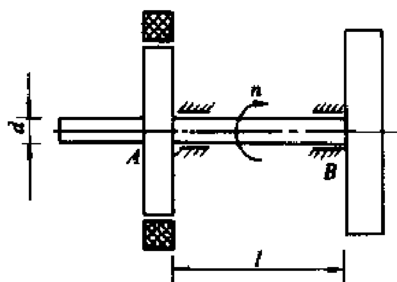
(C) $T_d=\frac{\pi n}{30t}I_0$　　(D) $T_d=120\pi ntI_0$

(2) 设制动器突然刹车而使飞轮停止, 飞轮的动能使轴受到扭转冲击。此时, 飞轮的动能 E_d 转变为轴的扭转应变能 U_d。E_d 和 U_d 的正确计算式是(　　)。

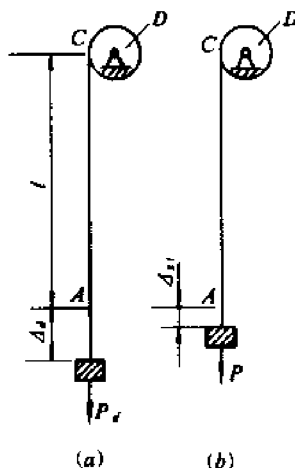
(A) $E_d=\frac{1}{2}I_0^2\omega$, $U_d=\frac{32T_d^2l}{G\pi d^4}$　　(B) $E_d=\frac{1}{2}I_0^2\omega$, $U_d=\frac{16T_d^2l}{G\pi d^4}$

(C) $E_d=\frac{1}{2}I_0\omega^2$, $U_d=\frac{32T_d^2l}{G\pi d^4}$　　(D) $E_d=\frac{1}{2}I_0\omega^2$, $U_d=\frac{16T_d^2l}{G\pi d^4}$

由 $U_d=E_d$, 可得到圆轴承受的扭矩为 $T_d=$ ____________。



题 13—25 图



题 13—26 图

13—26　钢索下端悬挂一重量为 P 的重物, 当重物以速度 v 匀速下降到钢索长度为 l 时, 滑轮 D 突然刹住(图 a), 重物下降的速度由 v 变为零, 钢索受到冲击。设钢索的最大冲击

力为 P_d，最大冲击变形为 Δ_d，在 P 作用下钢索的静伸长为 Δ_{st}（图 b）。

（1）在冲击发生前的瞬间，系统总的能量包括：重物的动能 $E_d=$ ________，重物相对于最低位置的势能 $V=$ ________，钢索的应变能 $U'=$ ________。因此，系统的能量 U_1 是 ________。

（2）在冲击过程中，钢索达到最大伸长时系统的能量，即钢索的应变能 U_2 为（　　）。

（A）$U_2=\frac{1}{2}P_d\Delta_d$　　（B）$U_2=\frac{1}{2}P_d\Delta_d-\frac{1}{2}P\Delta_{st}$

（C）$U_2=\frac{1}{2}P_d\Delta_d-P\Delta_{st}$　　（D）$U_2=\frac{1}{2}P_d\Delta_d-\frac{1}{2}P_d\Delta_{st}$

（3）由 $U_1=U_2$，可得动荷系数 $K_d=$ ____________。

第十四章　交变应力

14—1　金属构件发生疲劳破坏时，断口的主要特征是(　　　)。

(A) 有明显的塑性变形，断口表面呈光滑状

(B) 无明显的塑性变形，断口表面呈粗粒状

(C) 有明显的塑性变形，断口表面分为光滑区和粗粒状区

(D) 无明显的塑性变形，断口表面分为光滑区和粗粒状区

14—2　构件在交变应力作用下，裂纹扩展时，裂纹尖端附近区域的材料通常是(　　)。

(A) 单向拉伸应力状态　　(B) 二向拉伸应力状态

(C) 二向拉压应力状态　　(D) 三向拉伸应力状态

14—3　金属材料疲劳破坏的三个主要特征是(1) ______，(2) ______，(3) ______。

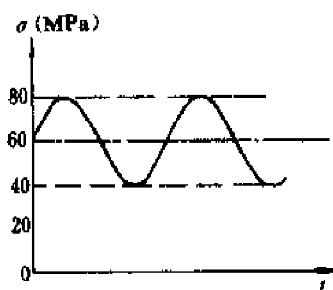
14—4　金属材料疲劳破坏的三个阶段是：______，______，______。

14—5　循环特征 r 的定义式应是(　　　)。

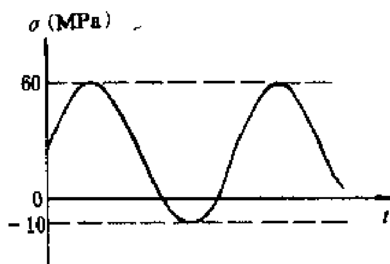
(A) $r=-\frac{\sigma_{min}}{\sigma_{max}}$　(B) $r=\frac{\sigma_{min}}{\sigma_{max}}$　(C) $r=-\frac{\sigma_{max}}{\sigma_{min}}$　(D) $r=\frac{\sigma_{max}}{\sigma_{min}}$

14—6　对称循环的循环特征 $r=$ ______，脉动循环的循环特征 $r=$ ______，静应力的循环特征 $r=$ ______。

14—7　图示交变应力的循环特征 $r=$ ______，平均应力 $\sigma_m=$ ______，应力幅 $\sigma_a=$ ______。



题 14—7 图

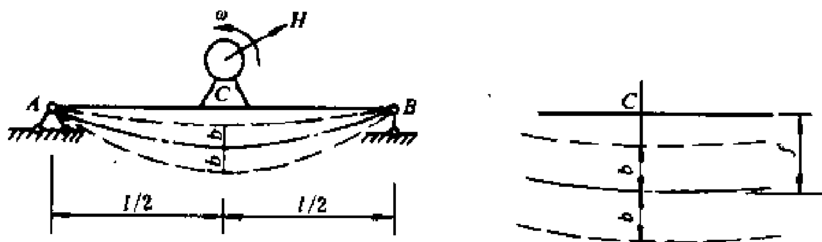


题 14—8 图

14—8　图示交变应力的平均应力 $\sigma_m=$ ______，应力幅 $\sigma_a=$ ______，循环特征 $r=$ ______。

14—9　图示简支梁在电动机重力作用下，中间截面的挠度 $f=5$mm。开动电机后，梁发生强迫振动，中间截面的振幅 $b=3$mm。梁内危险点在电动机重量作用下的循环特征 $r=$ ______，开动电机后的循环特征 $r=$ ______。

14—10　下列关于理论应力集中系数α和有效应力集中系数K_σ的结论中，正确的是(　　　)。



题 14—9 图

(A) α 与材料性质有关，K_σ 与材料性质无关

(B) α 与材料性质有关，K_σ 与材料性质有关

(C) α 与材料性质无关，K_σ 与材料性质无关

(D) α 与材料性质无关，K_σ 与材料性质有关

14—11　设 r 为构件上的圆角半径，σ_b 为材料的强度极限。下列关于有效应力集中系数 K_σ 的论述中，正确的为(　　　)。

(A) r 愈小，K_σ 愈大；σ_b 愈大，K_σ 愈大

(B) r 愈大，K_σ 愈大；σ_b 愈大，K_σ 愈大

(C) r 愈小，K_σ 愈大；σ_b 愈小，K_σ 愈大

(D) r 愈大，K_σ 愈大；σ_b 愈小，K_σ 愈大

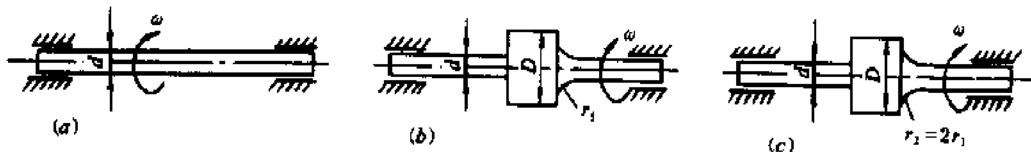
14—12　在对称循环交变应力作用下，构件的疲劳极限为(　　　)。

(A) $\dfrac{K_\sigma \sigma_{-1}}{\varepsilon_\sigma \beta}$　　(B) $\dfrac{\varepsilon_\sigma \beta \sigma_{-1}}{K_\sigma}$　　(C) $\dfrac{K_\sigma \beta \sigma_{-1}}{\varepsilon_\sigma}$　　(D) $\dfrac{\varepsilon_\sigma \sigma_{-1}}{K_\sigma \beta}$

14—13　图示三轴的材料相同，总长度相等，均承受相同的跨中荷载而发生弯曲变形。图 b、c 中间段加粗部分的长度远小于总长度，且 $D=2d$。对三轴的承载能力进行比较有(　　　)。

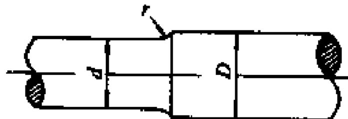
(A) 轴 a > 轴 b > 轴 c　　(B) 轴 c > 轴 a > 轴 b

(C) 轴 b > 轴 c > 轴 a　　(D) 轴 a > 轴 c > 轴 b



题 14—13 图

14—14　钢制阶梯轴如图所示，其中 $\dfrac{D}{d}\leqslant 2$。当 $\dfrac{D}{d}$ 的比值增大时，有效应力集中系数 K_σ 应是__________；当 $\dfrac{r}{d}$ 增大时，有效应力集中系数 K_σ 应是__________；当材料强度极限 σ_b 增大时，有效应力集中系数 K_σ 应是__________。



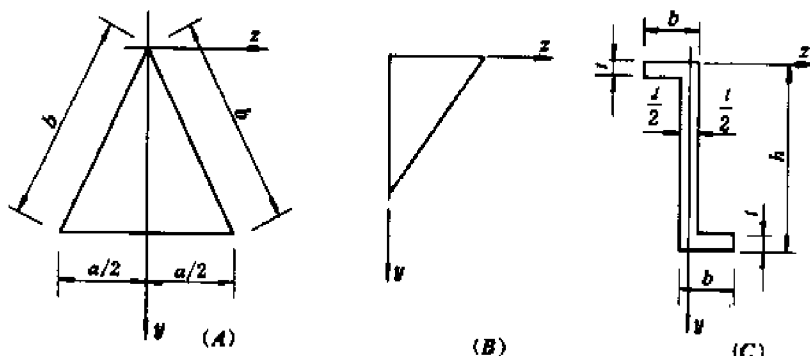
题 14—14 图

附录Ⅰ 截面的几何性质

§Ⅰ-1 面积矩和形心

Ⅰ—1 若截面对某轴的面积矩等于零,则该轴必然过截面的________。

Ⅰ—2 下列图形中,对 y 轴的面积矩为零的有(　　)。

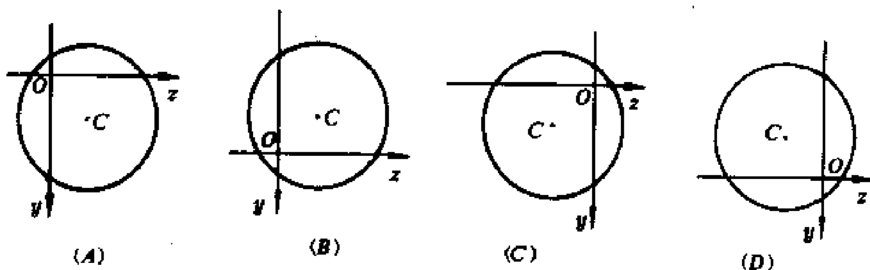


题Ⅰ—2图

Ⅰ—3 截面对形心轴的(　　)必为零。

(A) 面积矩　(B) 惯性矩　(C) 惯性积　(D) 惯性半径

Ⅰ—4 圆形截面对下列给定坐标系的面积矩 $S_y>0$、$S_z<0$ 的是(　　);$S_y<0,S_z>0$ 的是(　　)。



题Ⅰ—4图

Ⅰ—5 图示矩形截面的Ⅰ、Ⅱ两部分对 z 轴的面积矩的关系是(　　)。

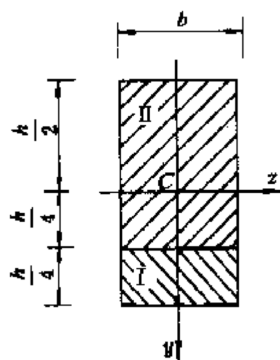
(A) $S_{z,\mathrm{I}}=S_{z,\mathrm{II}}$　(B) $S_{z,\mathrm{I}}=-S_{z,\mathrm{II}}$

(C) $S_{z,\mathrm{I}}>|S_{z,\mathrm{II}}|$　(D) $S_{z,\mathrm{I}}<|S_{z,\mathrm{II}}|$

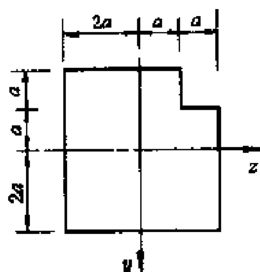
Ⅰ—6 图示截面对 y、z 轴的面积矩是(　　)。

(A) $S_y=\frac{3a^3}{2}$,　$S_z=\frac{3a^3}{2}$　(B) $S_y=\frac{3a^3}{2}$,$S_z=-\frac{3a^3}{2}$

(C) $S_y=-\frac{3a^3}{2}$,　$S_z=\frac{3a^3}{2}$　(D) $S_y=-\frac{3a^3}{2}$,$S_z=-\frac{3a^3}{2}$

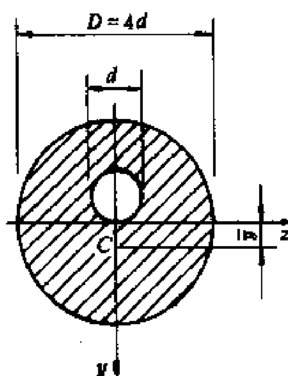


题 Ⅰ—5图

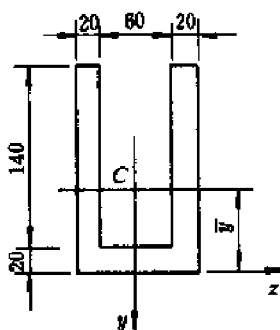


题 Ⅰ—6图

Ⅰ—7 图示截面的形心位置为 $\bar{y}=$ ________。



题 Ⅰ—7图



题 Ⅰ—8图

Ⅰ—8 图示截面的形心 C 必然在对称轴 y 上，为确定形心 $\bar{y}$ 的位置，取参考坐标轴 z'，则形心位置是(　　)。

(A) $\bar{y}=\dfrac{20\times160(-80)\times2+100\times20\times(-10)}{20\times160\times2+100\times20}=-63.3\text{mm}$

(B) $\bar{y}=\dfrac{160\times100\times(-80)-140\times60\times(-90)}{160\times100-140\times60}=-68.9\text{mm}$

(C) $\bar{y}=\dfrac{160\times100\times(-80)-140\times60\times(-90)}{160\times100+140\times60}=21.5\text{mm}$

(D) $\bar{y}=\dfrac{20\times140\times(-70)\times2+100\times20\times(-10)}{20\times140\times2+100\times20}=-54.2\text{mm}$

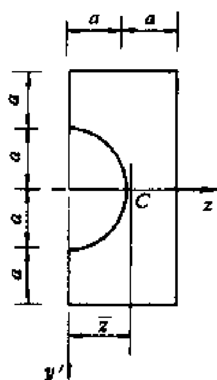
Ⅰ—9 图示截面的 z 轴为对称轴，y' 轴为确定形心位置的参考轴，则形心位置是(　　)。

(A) $\bar{z}=\dfrac{2a\times4a\times a-(\pi a^2/2)\times(a-4a/3\pi)}{2a\times4a-\pi a^2/2}=\dfrac{(52-3\pi)a}{48-3\pi}=1.10a$

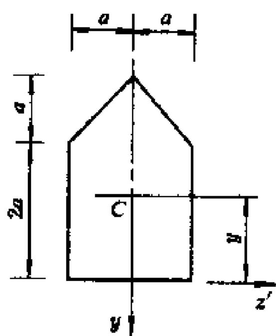
(B) $\bar{z}=\dfrac{2a\times4a\times a-(\pi a^2/2)\times(4a/3\pi)}{2a\times4a+\pi a^2/2}=\dfrac{44a}{48+3\pi}=0.77a$

(C) $\bar{z}=\dfrac{2a\times4a\times a-(\pi a^2/2)\times(4a/3\pi)}{2a\times4a-\pi a^2/2}=\dfrac{44a}{48-3\pi}=1.14a$

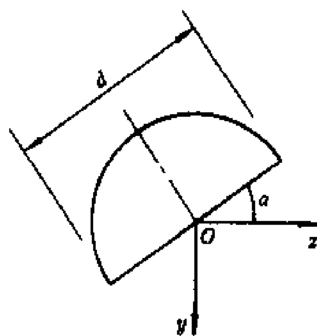
(D) $\bar{z}=\dfrac{2a\times4a\times a-(\pi a^2/2)\times(2a/3\pi)}{2a\times4a-\pi a^2/2}=\dfrac{46a}{48-3\pi}=1.19a$



题 Ⅰ—9 图



题 Ⅰ—10 图



题 1—11 图

Ⅰ—10　y 轴为图示截面的对称轴，为确定形心 C 的位置，取参考坐标轴 z'，则形心位置是(　　　)。

(A) $\bar{y}=\dfrac{2a\times2a\times(-a)+\left(\dfrac{1}{2}\times2a\times a\right)\times(-2.5a)}{4a^2+a^2}=-1.3a$

(B) $\bar{y}=\dfrac{2a\times2a\times(-a)+\left(\dfrac{1}{2}\times2a\times a\right)\times\left(-2\dfrac{1}{3}a\right)}{4a^2+a^2}=-1.27a$

(C) $\bar{y}=\dfrac{2a\times2a\times(-a)+\left(\dfrac{1}{2}\times2a\times a\right)\times\left(-2\dfrac{2}{3}a\right)}{4a^2+a^2}=-1.33a$

(D) $\bar{y}=\dfrac{2a\times2a\times a+\dfrac{1}{2}\times2a\times a\times2.5a}{4a^2+a^2}=1.3a$

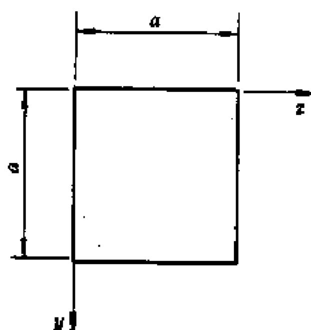
§ Ⅰ-2　惯性矩和惯性积

Ⅰ—11　直径为 d 的半圆形截面对 y、z 轴的惯性矩和惯性积分别为 $I_z=$________，$I_y=$________，$I_{yz}=$________。图中 α 角为任意角，O 为圆心。

Ⅰ—12　正方形截面如图所示，下列几何性质的算式中，正确的为(　　　)，并把错误的改正。

(A) $S_y=(a/2)a^2=\dfrac{a^3}{2}$　(B) $I_z=\left(\dfrac{a}{2}\right)^2a^2=a^4/4$

(C) $I_p=\left(\dfrac{\sqrt{2}}{2}a\right)^2a^2=\dfrac{a^4}{2}$



题 Ⅰ—12 图

Ⅰ—13　图示三种图形的面积相等，对 y 轴的惯性矩分别是 I_{ya}、I_{yb}、I_{yc}，它们之间的关系是(　　　)。

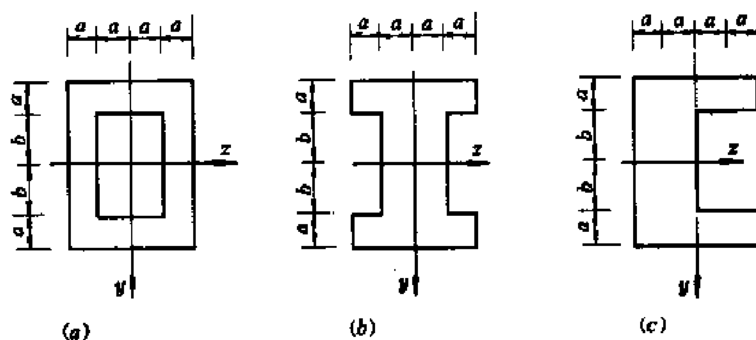
(A) $I_{ya}=I_{yb}=I_{yc}$　　(B) $I_{ya}>I_{yb}>I_{yc}$

(C) $I_{ya}>I_{yc}>I_{yb}$　　(D) $I_{ya}=I_{yc}>I_{yb}$

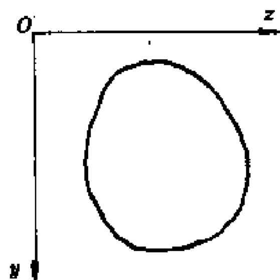
Ⅰ—14　图示任意截面对 y、z 坐标轴的 I_y、I_z 和 I_p 的正确关系是(　　)。

(A) $I_p > I_y + I_z$　　(B) $I_p = I_y + I_z$

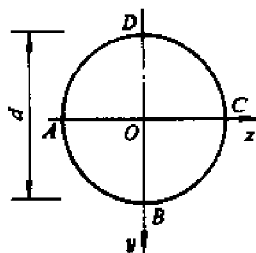
(C) $I_p < I_y + I_z$　　(D) I_p 和 I_y、I_z 无关



题 Ⅰ—13 图



题 Ⅰ—14 图



题 Ⅰ—15 图

Ⅰ—15　直径为 d 的圆形截面的惯性矩 $I_y = I_z = \frac{\pi d^4}{64}$，惯性积 $I_{yz} = 0$。下列结论中，有错误的是(　　)。

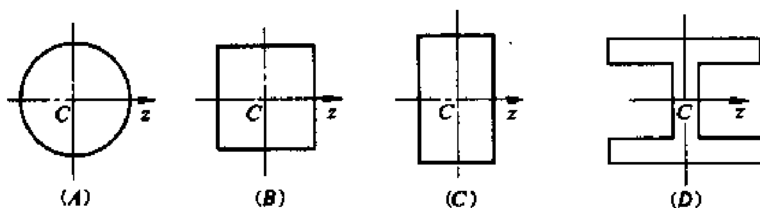
(A) 半圆形 ABC 的惯性矩 $I_y = I_z = \frac{\pi d^4}{128}$，惯性积 $I_{yz} = 0$

(B) 直角扇形 ODA 的惯性矩 $I_y = I_z = \frac{\pi d^4}{256}$，惯性积 $I_{yz} = 0$。

(C) 直角扇形 OCD 的惯性矩 $I_y = I_z = \frac{\pi d^4}{256}$，惯性积 $I_{yz} < 0$

(D) 扇形 $OABCDO$ 的惯性矩 $I_y = I_z = \frac{3\pi d^4}{256}$，惯性积 $I_{yz} < 0$

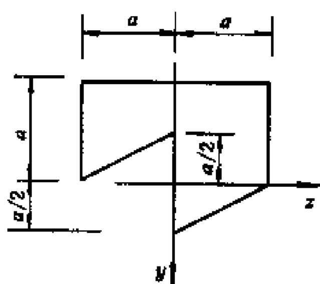
Ⅰ—16　下列图中各截面的面积相等，z 轴为形心轴，其中 I_z 最大的为(　　)。



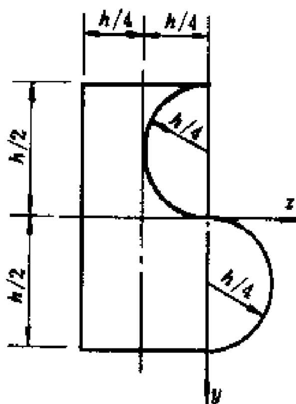
题 Ⅰ—16 图

§ Ⅰ-3 平行移轴公式

Ⅰ—17 图示截面对 y、z 轴的惯性矩和惯性积分别为 $I_y=$ ________，$I_z=$ ________，I_{yz} = ________。



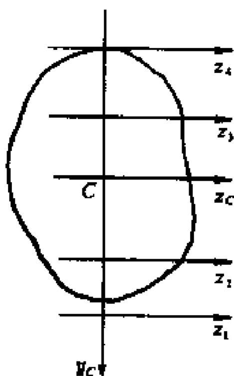
题 Ⅰ—17 图



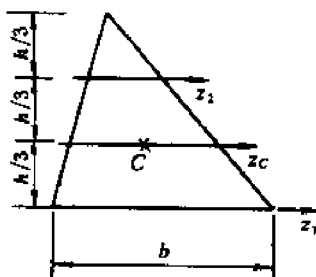
题 Ⅰ—18 图

Ⅰ—18 图示截面对 y、z 轴的惯性矩 $I_y=$ ________，$I_z=$ ________，惯性积 $I_{yz}=$ ________。

Ⅰ—19 任意截面形状对图示一组互相平行坐标轴的惯性矩中，以对____轴的惯性矩为最小。图中 z_C 为形心轴。



题 Ⅰ—19 图



题 Ⅰ—20 图

Ⅰ—20 图中 z_1、z_C、z_2 三轴互相平行，z_C 为形心轴。已知三角形截面对 z_1 轴的惯性矩 $I_{z_1}=\dfrac{bh^3}{12}$，则 I_{z_2}为（　　）。

(A) $I_{z_2}=\dfrac{bh^3}{12}+\left(\dfrac{2}{3}h\right)^2\times\dfrac{1}{2}bh=\dfrac{11}{36}bh^3$

(B) $I_{z_2}=\dfrac{bh^3}{12}-\left(\dfrac{2}{3}h\right)^2\times\dfrac{1}{2}bh=-\dfrac{5}{36}bh^3$

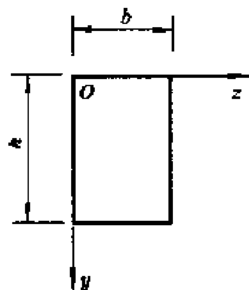
(C) $I_{z_2}=\left[\dfrac{bh^3}{12}-\left(\dfrac{h}{3}\right)^2\times\dfrac{1}{2}bh\right]+\left(\dfrac{h}{3}\right)^2\times\dfrac{1}{2}bh=\dfrac{bh^3}{12}$

(D) $I_{z_2}=\left[\dfrac{bh^3}{12}+\left(\dfrac{h}{3}\right)^2\times\dfrac{1}{2}bh\right]+\left(\dfrac{h}{3}\right)^2\times\dfrac{1}{2}bh=\dfrac{7}{36}bh^3$

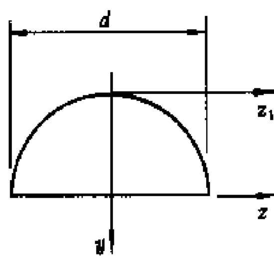
Ⅰ—21 图示矩形截面对 y、z 轴的惯性矩、惯性积及对坐标原点的极惯性矩分别为 $I_y=$ ________，$I_z=$ ________，$I_{yz}=$ ________，$I_p=$ ________。

Ⅰ—22　图示直径为 d 的半圆形截面中，z_1 轴平行 z 轴，则 $I_{z_1}=$ ________。

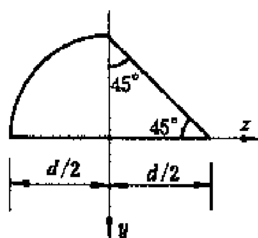
Ⅰ—23　图示截面对 y、z 轴的惯性矩分别为 $I_y=$ ________，$I_z=$ ________。



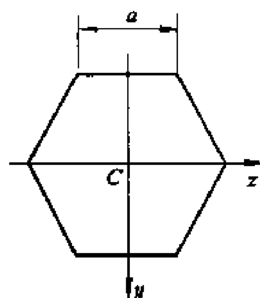
题 Ⅰ—21 图



题 Ⅰ—22 图



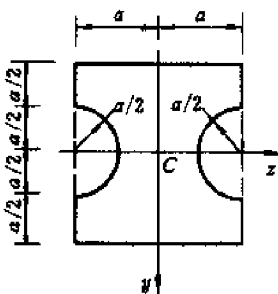
题 Ⅰ—23 图



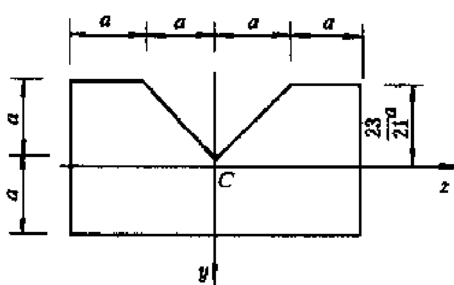
题 Ⅰ—24 图

Ⅰ—24　图示边长为 a 的正六边形截面对 y、z 轴的惯性矩 $I_y=$ ________，$I_z=$ ________。

Ⅰ—25　图示截面对 y、z 形心轴的惯性矩 $I_y=$ ________，$I_z=$ ________。



题 Ⅰ—25 图



题 Ⅰ—26 图

Ⅰ—26　图示截面中，z 轴过截面的形心 C。在下列求截面对 z 轴的惯性矩 I_z 的算式中，填入所缺的项。

$$I_z=\left[\frac{(4a)(2a)^3}{12}+(\quad)\right]-\left[\frac{(2a)a^3}{36}+(\quad)\right]$$

Ⅰ—27　图示槽形截面对水平形心轴 z 的惯性矩 I_z 是(　　)。图中，C_1 和 C_2 分别为 20×180 和 120×40 两矩形的形心，C 为整个截面的形心。

(A) $I_z=\dfrac{120\times220^3}{12}-\dfrac{80\times180^3}{12}$

(B) $I_z=\dfrac{120\times220^3}{12}-\left[\dfrac{80\times180^3}{12}+44^2\times80\times180\right]$

(C) $I_z=2\times\left[\dfrac{20\times180^3}{12}+44^2\times20\times180\right]+\left[\dfrac{120\times40^3}{12}+66^2\times120\times40\right]$

(D) $I_z=2\times\left[\frac{20\times220^3}{12}\right]-\left[\frac{80\times40^3}{12}+66^2\times80\times40\right]$

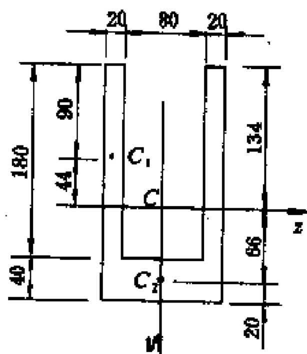
Ⅰ—28 图示截面中,C 为形心,z 轴为对称轴,则截面对 y 轴的惯性矩是(　　)。

(A) $I_y=\left[\frac{2a\times(3a)^3}{12}+3a\times2a\times(\bar{z}-1.5a)^2\right]+\left[\frac{\pi a^4}{8}-\frac{\pi a^2}{2}\left(\frac{4a}{3\pi}\right)^2+\frac{\pi a^2}{2}\left(\frac{4a}{3\pi}+3a-\bar{z}\right)^2\right]$

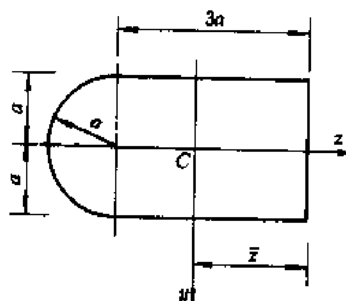
(B) $I_y=\left[\frac{2a\times(3a)^3}{12}+\frac{1}{2}\times3a\times2a\times(\bar{z}-1.5a)^2\right]+\left[\frac{\pi a^4}{8}-\frac{\pi a^2}{2}\left(\frac{4a}{3\pi}\right)^2\right]$

(C) $I_y=\left[\frac{2a\times(3a)^3}{12}+3a\times2a\times(\bar{z}-1.5a)^2\right]+\left[\frac{\pi a^4}{8}-\frac{\pi a^2}{2}\left(\frac{4a}{3\pi}\right)^2\right]$

(D) $I_y=\left[\frac{2a\times(3a)^3}{12}+\frac{1}{2}\times3a\times2a\times(\bar{z}-1.5a)^2\right]+\left[\frac{\pi a^2}{8}+\frac{\pi a^4}{2}(3a-\bar{z})^2\right]$



题 Ⅰ—27 图



题 Ⅰ—28 图

Ⅰ—29 已知扇形截面对 y 轴的惯性矩 $I_y=\frac{\pi-2}{16}R^4$,C 为形心。截面对 z_C 轴的惯性矩 $I_{z_C}=$______。

Ⅰ—30 图示直角三角形 ABC,O 点为斜边的中点,C 点为形心,坐标轴分别与两条直角边平行。截面对 y、z 轴的惯性积 $I_{yz}=$______。对 y_C、z_C 形心轴的惯性积 $I_{y_Cz_C}=$______。

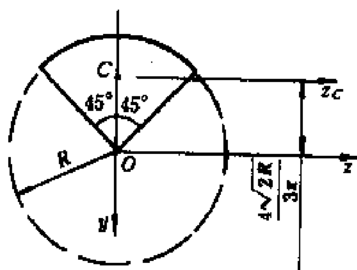
Ⅰ—31 图示 z 形截面对 y、z 轴的惯性积 I_{yz} 为(　　)。图中 C 为形心。

(A) $I_{yz}=0$

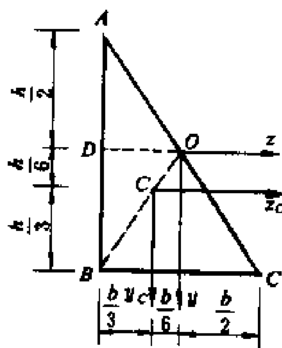
(B) $I_{yz}=\frac{1}{4}bt(b-t)(h-t)$

(C) $I_{yz}=-\frac{1}{4}bt(b-t)(h-t)$

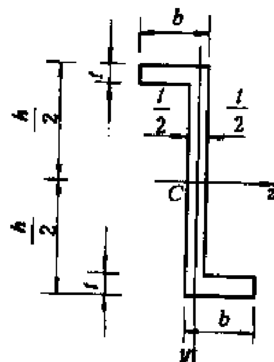
(D) $I_{yz}=-\frac{1}{4}b^2t(h-t)$



题 Ⅰ—29 图



题 Ⅰ—30 图



题 Ⅰ—31 图

§Ⅰ-4 转轴公式

Ⅰ—32 图中 y、z 轴为过形心 C 的一对正交坐标轴，当_______为零时，则 y、z 轴为截面的形心主惯性轴。

题Ⅰ—32图

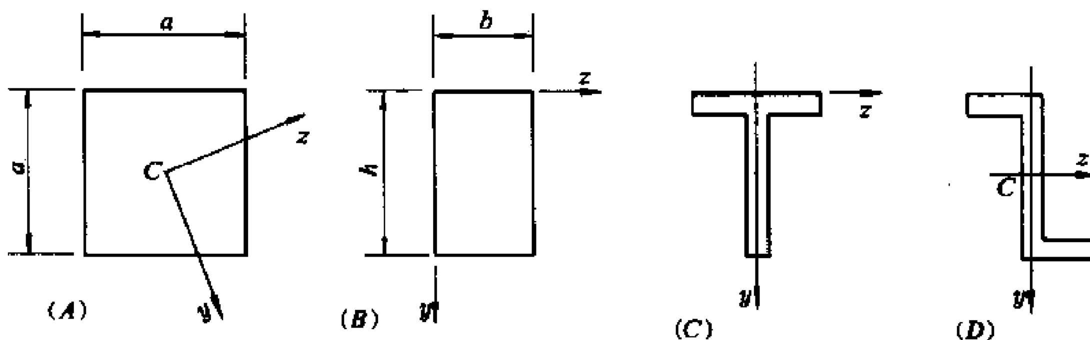
Ⅰ—33 截面对某一对正交坐标轴 y、z 的惯性积 $I_{yz} \neq 0$ 时，则这一对坐标轴为（　　）。

(A) 两轴都是对称轴　　(B) 两轴都不是对称轴

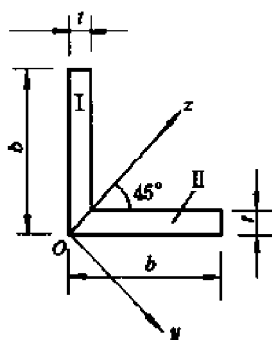
(C) 一轴是对称轴，另一轴不是对称轴

Ⅰ—34 下列图形中，y、z 轴为主轴的为（　），y、z 轴为形心主惯性轴的为（　）。图中 C 为形心。

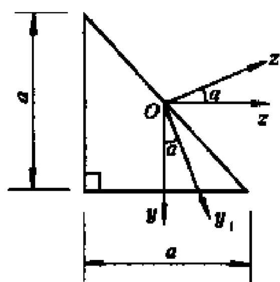
Ⅰ—35 等边角形截面对 y、z 轴的惯性积 I_{yz} = _______。以 z 轴为分界，Ⅰ、Ⅱ两部分面积对 y、z 轴的惯性积 $I_{yz,\text{Ⅰ}}$ 和 $I_{yz,\text{Ⅱ}}$ 的关系为_______，y、z 轴为_______。



题Ⅰ—34图



题Ⅰ—35图



题Ⅰ—36图

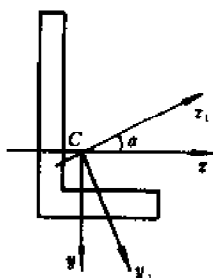
Ⅰ—36 等腰直角三角形截面如图所示，O 点为斜边的中点，y、z 轴和直角边平行。截面对 y、z 轴的惯性矩和惯性积分别为 I_y = _______，I_z = _______，I_{yz} = _______。截面对 y_1、z_1 轴（α 为任意角）的惯性矩和惯性积分别为 I_{y_1} = _______，I_{z_1} = _______，$I_{y_1z_1}$ = _______。

Ⅰ—37 不等边角形截面如图所示，C 为截面形心，α 为任意角。截面对 y、z、y_1、z_1 轴的惯性矩分别为 I_y、I_z、I_{y_1}、I_{z_1}，它们之间的关系为（　　）。

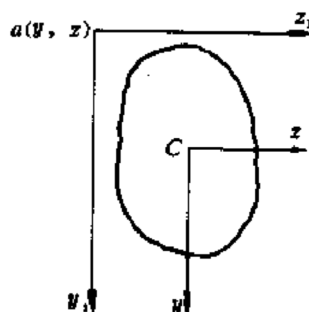
(A) $I_y+I_z=I_{y_1}+I_{z_1}$　　(B) $I_y+I_z>I_{y_1}+I_{z_1}$

(C) $I_y+I_z<I_{y_1}+I_{z_1}$　　(D) I_y、I_z、I_{y_1}、I_{z_1}之间无固定关系

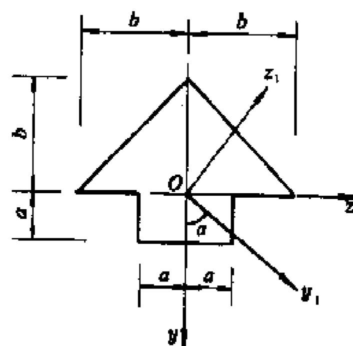
Ⅰ—38　图示任意形状截面的面积为 A，对形心 C 点的极惯性矩为 I_{pc}。$a(y,z)$点为平面内的任意点，y_1、z_1 坐标轴与 y、z 坐标轴分别平行。截面对 a 点的极惯性矩为 I_{pa}。I_{pc}和 I_y、I_z的关系为 $I_{pc}=$_______；I_{pa}和 I_{y_1}、I_{z_1}的关系为 $I_{pa}=$_______；I_{y_1}和 I_y，I_{z_1}和 I_z的关系分别为 $I_{y_1}=$_______，$I_{z_1}=$_______；当 $I_{pa}=2I_{pc}$时，$a(y,z)$点的轨迹方程为_______。



题Ⅰ—37图



题Ⅰ—38图



题Ⅰ—39图

Ⅰ—39　图示截面中，a、b 为任意值，α 为任意角。

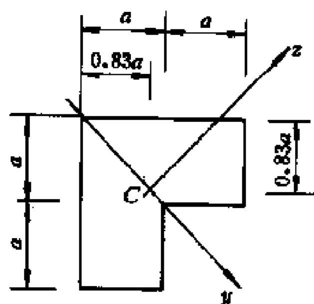
(1) 截面对 y、z 轴的惯性矩和惯性积分别为 $I_y=$_______，$I_z=$_______，$I_{yz}=$_______。

(2) 截面对 y_1、z_1 的惯性矩和惯性积分别为 $I_{y_1}=$_______，$I_{z_1}=$_______，$I_{y_1z_1}=$_______。

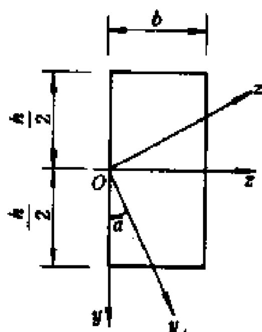
Ⅰ—40　图示截面中，C 为形心。请在下列求 I_y、I_z 算式的括号中，填入所缺的项。

$$I_y=\frac{(2a)^4}{12}-(\quad)$$

$$I_z=\left[\frac{(2a)^4}{12}+(\quad)^2\times 4a^2\right]-\left[\frac{a^4}{12}+(\quad)^2a^2\right]$$



题Ⅰ—40图



题Ⅰ—41图

Ⅰ—41　图示矩形截面，O 为长边的中点，α 为任意角。

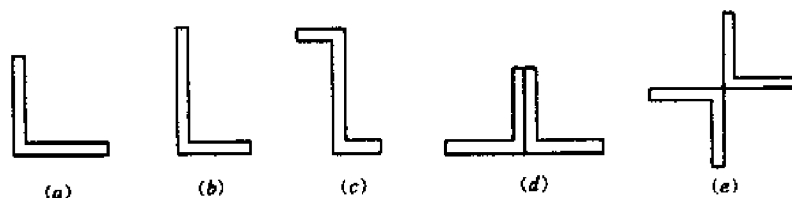
(1) 该截面对 y、z 轴的惯性矩和惯性积分别是 $I_y=$_______，$I_z=$_______，$I_{yz}=$_______。

(2) 该截面对 y_1、z_1 轴的惯性积是 $I_{y_1z_1}=$_______。

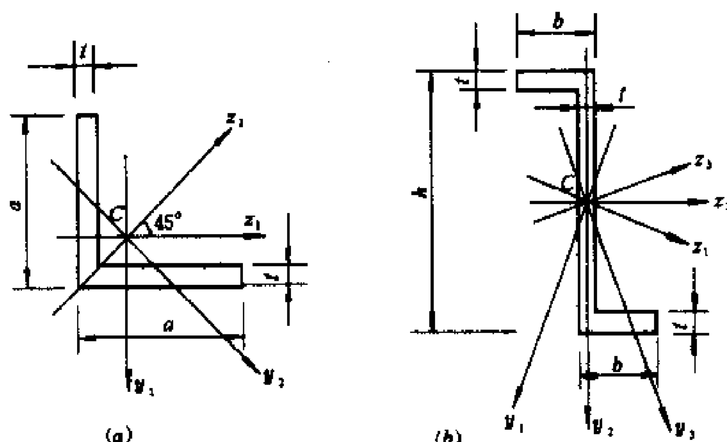
(3) 当 $I_{y_1z_1}=0$ 时，$h/b=$_______。

Ⅰ—42　试画出图示各截面形心主惯性轴的大致位置，并指出与最小惯性矩 I_{min} 对应的轴。

Ⅰ—43　下列图形中，形心主惯性矩为最大的主轴分别是________，形心主惯性矩为最小的主轴分别是________。



题 Ⅰ—42 图

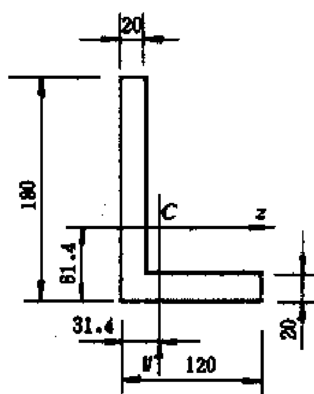


题 Ⅰ—43 图

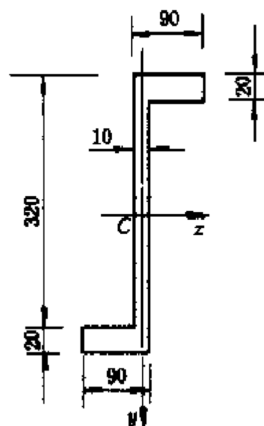
Ⅰ—44　图示截面对 y、z 形心轴的惯性矩为 $I_y = 6.4\times10^6\text{mm}^4$，$I_z = 18.0\times10^6\text{mm}^4$，惯性积 $I_{yz} = 6.2\times10^6\text{mm}^4$。为确定形心主惯性轴的位置，由公式计算出 $\tan2\alpha_0 = \dfrac{-2I_{yz}}{I_y - I_z} = \dfrac{-2\times(6.2\times10^6)}{(6.4-18.0)\times10^6} = 1.069$，则 $2\alpha_0$ 角是(　　　)。

(A) 46.9°　　　　(B) −46.9°

(C) 180° − 46.9° = 133.1°　　　　(D) 180° + 46.9° = 226.9°



题 Ⅰ—44 图



题 Ⅰ—45 图

Ⅰ—45　图示 z 形截面对 y、z 形心轴的惯性矩 $I_y = 8.2\times10^6\text{mm}^4$，$I_z = 114.8\times10^6\text{mm}^4$，

惯性积 $I_{yz}=-23.0\times10^6\text{mm}^4$。为确定形心主惯性轴的位置，由公式计算出 $\tan2\alpha_0=\dfrac{-2I_{yz}}{I_y-I_z}=\dfrac{-2\times(-23.0\times10^6)}{(8.2-114.8)\times10^6}=-0.431\,4$，则 $2\alpha_0$ 角是（　　）。

(A) 23.3°　　(B) −23.3°　　(C) 156.7°　　(D) 203.3°

Ⅰ—46　试证明通过图示正五边形截面形心的轴均为形心主轴，且截面对所有形心轴的惯性矩均相等。图中 C 为形心，α 为任意角。

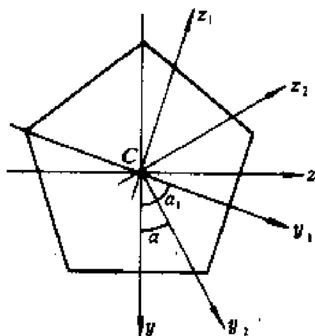
解：取 y 和 y_1 轴为对称轴，则有 $I_{yz}=$ ________，$I_{y_1z_1}=$ ________。

利用转轴公式，则有 $I_{y_1z_1}=\dfrac{I_y-I_z}{2}\sin2\alpha_1+I_{yz}\cos2\alpha_1=0$，可得 $I_y=I_z$。

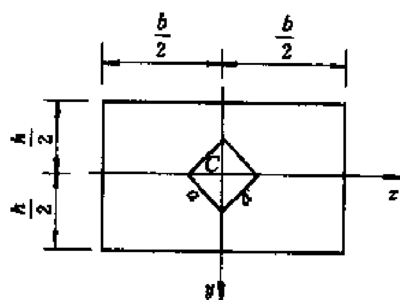
取任意形心坐标轴 y_2、z_2，y_2 轴与 y 轴的夹角为 α。再次利用转轴公式，又可得，$I_{y_2z_2}=$ ________ $=0$，$I_{y_2}=$ ________ $=I_y=I_z$。

命题得证。

以上证明中，并没有用到正五边形的个体性质。因此，可以有推论：对任意正多边形截面，过形心的轴均为形心主轴，截面对形心轴的惯性矩均相等。



题 Ⅰ—46 图

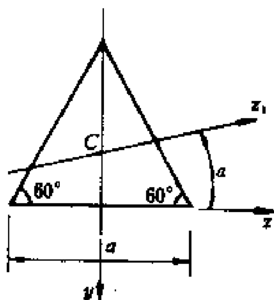


题 Ⅰ—47 图

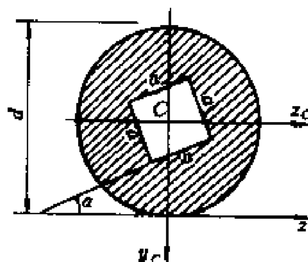
Ⅰ—47　在矩形中挖去边长为 a 的正方形后的截面如图所示。截面对形心轴 z 的惯性矩 $I_z=$ ________。

Ⅰ—48　图示等边三角形对 z 轴的惯性矩为 $I_z=\dfrac{\sqrt{3}a^4}{32}$，则其对过形心的任一轴 z_1 的惯性矩 I_{z_1} 为（　　）。

(A) $\dfrac{\sqrt{3}a^4}{96}$　　(B) $\dfrac{\sqrt{3}a^4}{48}$　　(C) $\dfrac{\sqrt{3}a^4}{192}$　　(D) $\dfrac{\sqrt{3}a^4}{64}$



题 Ⅰ—48 图



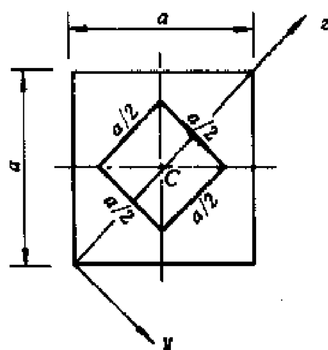
题 Ⅰ—49 图

Ⅰ—49　在直径为 d 的圆中，挖去边长为 a 的正方形，则截面对 z_C 轴和 z 轴的惯性矩分

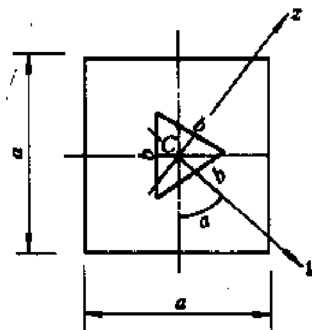
别为 $I_{z_C}=$________，$I_z=$________。

Ⅰ—50　在边长为 a 的正方形中，挖去一边长为 $\frac{a}{2}$ 的正方形，如图所示。截面对 y、z 轴的惯性矩 $I_y=$________，$I_z=$________。

Ⅰ—51　在一边长为 a 的正方形中，挖去一边长为 b 的等边三角形，且正方形和等边三角形的形心重合，如图所示。α 角为任意角，则 $I_y=$________，$I_z=$________，$I_{yz}=$________。



题 Ⅰ—50 图



题 Ⅰ—51 图

答　案

第一章　绪　　论

1—1　(*A*)　　1—2　(*D*)

1—3　不正确。因为小变形是指构件的变形与构件原始尺寸相比很小的变形,而题中未给出杆件的原始长度。

1—4　(*C*)

第二章　轴向拉伸和压缩

2—1　(*D*)　　2—2　(*A*)

2—3　(*C*)　　2—4　(*B*)

2—5　(*C*)　　2—6　(*B*)

2—7　(*C*)　　2—8　(*B*)

2—9　(*D*)　　2—10　(*A*)

2—11　(*D*)　　2—12　(*C*)

2—13　$0, -\frac{Pl}{EA}$(缩短),$\frac{Pl}{EA}(\rightarrow)$,$\frac{Pl}{EA}(\rightarrow)$

2—14　(*A*)、(*C*)、(*D*),(*B*)、(*E*)　　2—15　(*D*)

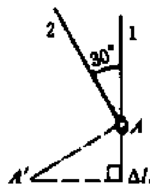
2—16　(*C*),(*B*),(*C*)　　2—17　提示:$\Delta l_1=\Delta l_2\cos30°$。　(*C*)

2—18　提示:使 *AC* 杆轴力为零。$90°-\beta$,$\delta_A=\frac{2\sqrt{3}Pl}{3EA}(\downarrow)$

2—19　(*A*)

2—20　(*D*),减小

2—21　$\Delta l_{AB}/\Delta l_{AC}=\frac{\sqrt{2}}{2}$,　$\varepsilon'_{AB}/\varepsilon'_{AC}=1$



2—22　$\delta_{Ay}=\Delta l=\frac{Pl}{EA}(\downarrow)$,　$\delta_{Ax}=\Delta l\cot30°=\frac{\sqrt{3}Pl}{EA}(\leftarrow)$

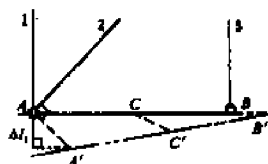
2—23　提示:利用对称性原理,有 $N_1=N_2,\Delta l_1=\Delta l_2$。(*B*)

2—24　(*A*)　　2—25　(*C*)

2—26　$\delta_{Ax}=\frac{Pl}{EA}(\rightarrow)$,$\delta_{Ay}=\frac{Pl}{EA}(\downarrow)$,

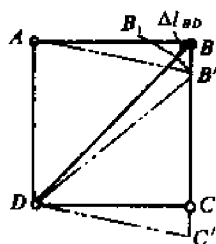
$\delta_{Bx}=\frac{Pl}{EA}(\rightarrow)$,$\delta_{By}=0$,$\delta_{Cx}=\frac{Pl}{EA}(\rightarrow)$,

$\delta_{Cy}=\frac{Pl}{2EA}(\downarrow)$

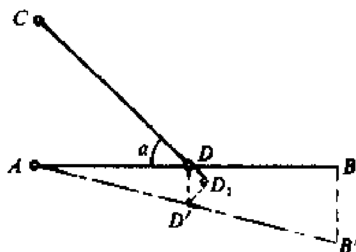


2—27　(*C*)　　2—28　$\sqrt{2}Pa/EA(\leftarrow\rightarrow)$

2—29 (A)



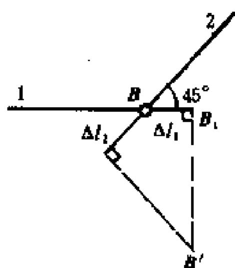
2—30 (B)



2—31 (C)

2—32 $\delta_D=\dfrac{Pa^3}{b^2EA}(\downarrow)$

2—33 $\delta_{Bx}=\Delta l_1=\dfrac{Pa}{EA}(\rightarrow),\delta_{By}=\sqrt{2}\Delta l_2+\Delta l_1=(2\sqrt{2}+1)\dfrac{Pa}{EA}(\downarrow)$



2—34 正确。$\delta_{Ax}=\Delta l_2(\leftarrow)$，

$\delta_{Ay}=3\Delta l_1+2\Delta l_2(\downarrow)$

2—35 (B)

2—36 正确。$\delta_{Ax}=0,\delta_{Ay}=\sqrt{2}(\Delta l_1+\Delta l_2)(\downarrow)$

2—37 (1) $\delta_F=\dfrac{5}{3}\Delta l_1,\delta_E=\dfrac{2}{3}\Delta l_1;\delta_G=\dfrac{5}{3}\Delta l_2,\delta_D=\dfrac{8}{3}\Delta l_2$

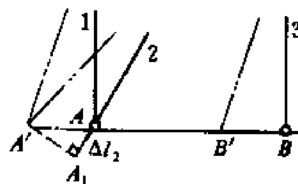
(2) $\delta_A=3\delta_G=\dfrac{5Pl}{EA}(\downarrow)$

2—38 h/b，椭圆

2—39 $N_1=0,N_2=P,N_3=0$

$\delta_{Ax}=\dfrac{Pa/\cos30^\circ}{EA\sin30^\circ}=\dfrac{4Pa}{\sqrt{3}EA}(\leftarrow)$

$\delta_{Ay}=0,\ \delta_{Bx}=\dfrac{4Pa}{\sqrt{3}EA}(\leftarrow),\delta_{By}=0$



2—40 (1) $N_1=-N_2=N_3=-N_4=\dfrac{\sqrt{1+a^2/(4R^2)}}{2}P$

(2) $\delta_A=\delta_B=\dfrac{[\sqrt{1+a^2/(4R^2)}]^3}{2EA}PR$

2—41 (C)

2—42 (A)

2—43 (B)

2—44 0.2%

2—45 (D)

2—46 比例极限 σ_p，屈服极限 σ_s，强度极限 σ_b

2—47 a,b,c

2—48 略

2—49 (A)、(B)、(D)

2—50 低碳钢拉伸 铸铁拉伸 铸铁压缩 低碳钢压缩

2—51 剪，最大剪应力作用，$\sigma_s=2\tau_s$

2—52 200MPa，无法确定，因为正应力超过材料的比例极限后，不能再用胡克定律。

2—53 (D)

2—54 $\sigma/(\varepsilon_1-\varepsilon_2)$

2—55 (B)

2—56 (A)

2—57 (A)

2—58 1、2 两杆一般不可能同时达到许用应力。

2—59 (*B*)　　2—60 (*B*)

2—61 $x=\frac{3}{7}l, N_1=[\sigma]A_1=64\text{kN}, N_2=[\sigma]A_2=48\text{kN}, [P]=N_1+N_2=112\text{kN}$

2—62 提示:使 *BD* 杆达到许用应力,而体积为最小时的角度。$\theta=\frac{\pi}{4}$

2—63 提示:使 1、2 两杆的工作应力同时达到许用应力。(1) $N_1=N_2=[\sigma]A, \theta=67.5°$ (2) $[P]=1.848[\sigma]A$。

2—64 (*C*)　　2—65 (*A*)

2—66 (*C*)　　2—67 (*C*),(*A*)

2—68 (*B*)、(*D*)、(*B*)　　2—69 (*a*)1 次,(*b*)3 次,(*c*)1 次

2—70 提示:只要去掉 *BD*、*CE* 杆中的任一杆,结构则成为几何可变的。因此,原结构无多余约束。(*A*)

2—71 静定的为(*A*)、(*D*),一次超静定为(*B*)、(*E*),二次超静定为(*C*)。

2—72 (*B*)　　2—73 (*D*)

2—74 $R_A=\frac{2}{3}P, R_B=\frac{P}{3}$

2—75 (1) (*A*),(2) (*B*),(3) $R_A=R_B=\frac{P}{3}$,(4) (*B*)

2—76 (1) (*B*),(2) (*C*), (3) $R_A=R_B=P$, (4) (*D*)

2—77 (*C*)、(*B*)　　2—78 (*B*)

2—79 (*B*)　　2—80 $\frac{(P-N_{CD})l}{EA}-\frac{N_{CD}l}{EA}=\Delta$

2—81 (*B*)

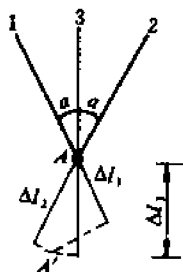
2—82 a: $\frac{1}{3}\Delta l_3=\frac{1}{2}\Delta l_2=\Delta l_1$　$\frac{1}{3}\varepsilon_3=\frac{1}{2}\varepsilon_2=\varepsilon_1$　$\frac{1}{3}N_3=\frac{1}{2}N_2=N_1$　$\frac{1}{3}\sigma_3=\frac{1}{2}\sigma_2=\sigma_1$

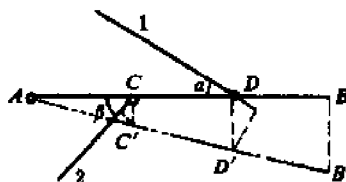
b: $\frac{1}{3}\Delta l_3=\frac{1}{2}\Delta l_2=\Delta l_1$　$\varepsilon_3=\varepsilon_2=\varepsilon_1$　$N_3=N_2=N_1$　$\sigma_3=\sigma_2=\sigma_1$

2—83 (*C*)　　2—84 相等

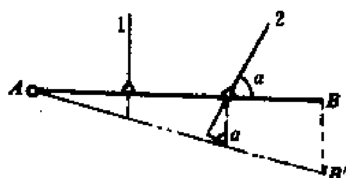
2—85 (*A*)　　2—86 (*B*)

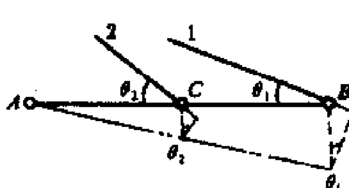
2—87 (*D*)　　2—88 $\frac{\Delta l_1}{\sin\alpha}=2\frac{\Delta l_2}{\sin\beta}$





2—89 (*A*)　　2—90 (*A*)



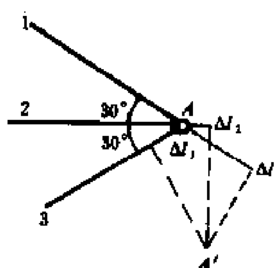


2—91 (B)，$\Delta l_1=2\Delta l_2-\sqrt{3}\Delta l_3$

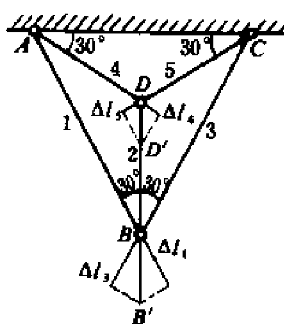
2—92 (A)，$\Delta l_1=2\Delta l_2+\sqrt{3}\Delta l_3$

2—93 (B)

2—94 (B)



2—95 提示：$BB'=\dfrac{\Delta l_4}{\cos 60^\circ}+\Delta l_2$。($C$)



2—96 $\Delta l_2\sin(\alpha+\beta)=\Delta l_3\sin\alpha+\Delta l_1\sin\beta$

2—97 $\sqrt{2}\Delta l_1=\Delta l_4-\Delta l_3,\Delta l_1=\Delta l_2$

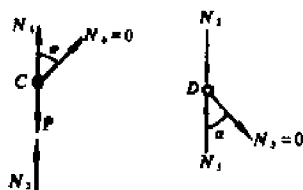
2—98 (1) $N_1'=N_2'=N_3'=N_4'=N_5'=0.2P$(拉)

(2) $N_1''=0.1P$(压)，$N_2''=0.05P$(压)，$N_3''=0$，$N_4''=0.05P$(拉)，$N_5''=0.1P$(拉)

(3) $N_1=0.1P$(拉)，$N_2=0.15P$(拉)，$N_3=0.2P$(拉)，$N_4=0.25P$(拉)，$N_5=0.3P$(拉)

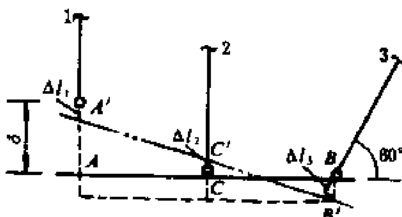
2—99 (1) $\dfrac{P}{n}$；(2) 提示：纤维不能承受压力。从左至右，纤维受力为线性分布，其合力作用线与 P 力作用线重合。$\dfrac{n}{4}$，左侧，$\dfrac{8P}{3n}$

2—100 (1)



(2) $\Delta l_1=\Delta l_2+\Delta l_3$

2—101 $2\left(\Delta l_2+\dfrac{\Delta l_3}{\cos 30^\circ}\right)=(\delta-\Delta l_1)+\dfrac{\Delta l_3}{\cos 30^\circ}$



2—102 提示：在接触面上接触压力 p 的作用下，钢外筒变形后内径的增加量与铜衬套变形后外径的缩短量的和，等于它们直径的差值 δ。$\dfrac{pD}{2t_1}$，$\dfrac{pD}{2t_2}$，$\left(\dfrac{\sigma_1}{E_1}+\dfrac{\sigma_2}{E_2}\right)D=\delta$

2—103 $N_1<N_2,\sigma_1=\sigma_2$

2—104 (C)

2—105 (D)

2—106 (C)

2—107 (C)

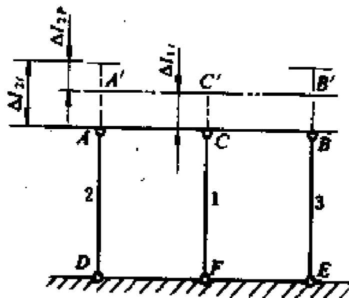
2—108 $\Delta l_{2t}=\Delta l_{1t}+\Delta l_{2P}$

$$\Delta t=\frac{P}{2(\alpha_2-\alpha_1)E_2A}$$

2—109 $N_1=N_2=N_3=0$

2—110 $N_1=N_2=N_3=EA\alpha\Delta t$(压力)

2—111 $\Delta l_2-\Delta=2\Delta l_1,\Delta l_1=\dfrac{N_1l}{EA}+\alpha\Delta tl$，$\Delta l_2=\dfrac{N_2l}{EA}+\alpha\Delta tl$



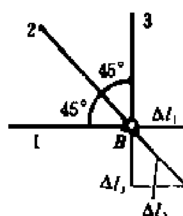
2—112 (C),(C)

2—113 $\Delta l_1=\Delta l_3,\Delta l_2=\sqrt{2}\Delta l_1$,

$$\Delta l_1=\alpha\Delta tl+\frac{N_1 l}{EA},$$

$$\Delta l_2=\alpha\Delta tl+\frac{N_2 l}{EA},$$

$$\Delta l_3=\alpha\Delta tl+\frac{N_3 l}{EA}$$



第三章　扭　　转

3—1 (A)

3—2 (C)

3—3 20kN·m,12kN·m,−12kN·m

3—4 8kN·m,$(20-4x)$kN·m,向右下方倾斜的直线

3—5 (D)

3—6 (A)

3—7 (C)

3—8 τ_y 和 τ_z

3—9 提示:图中剪应力应按照矢量分解为水平剪应力 $\tau\sin\theta$ 和竖直剪应力 $\tau\cos\theta$,然后用剪应力互等定理画出。

3—10 提示:可根据 3－9 题的提示理解。(C)

3—11 无法判断 τ_a、τ_b、τ_c 相等。因为 a 与 b、b 与 c 两两截面之间互相不垂直,因此,τ_a 与 τ_b、τ_b 与 τ_c 一般不会相等。a 与 c 面虽然相互垂直,但图示的剪应力 τ_a、τ_b 的指向不满足剪应力互等定理。

3—12 τ_2、τ_4、τ_6、τ_8、τ_9、τ_{10}。

3—13 $0,\alpha,2\alpha$

3—14 不正确。剪应变应是直角的改变量。

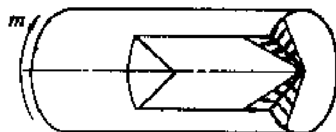
3—15 (B)

3—16 (C)

3—17 略

3—18 $\tau_{\max}=G\gamma,T=G\gamma\dfrac{\pi d^3}{16},\phi=\dfrac{2\gamma l}{d},\varphi=\dfrac{2\gamma}{d}$

3—19



3—20 (C)

3—21 (B)

3—22 提示:$T'=\int_{d/4}^{d/2}2\pi\tau_\rho\rho^2 d\rho$。$(D)$

3—23 (D)

3—24 提示:在图(b)中,$F_y=\int_A\tau_\rho\cos\theta\mathrm{d}A$,$F_z=\int_A\tau_\rho\sin\theta\mathrm{d}A$。$F_y=0,F_z=\dfrac{8T}{3\pi d}$

3—25 提示:可用 3－24 题的结果。两横截面上微内力分别形成的合力 $F_z=\dfrac{8T}{3\pi d}$。

3—26 提示:在图(b)中,作用在圆心 O 处的主矩 $m=\dfrac{1}{4}T$,主矢 $R=\sqrt{F_y^2+F_z^2}$,而 F_y、F_z 同 3—24 题提示中的算法。$R=\dfrac{4\sqrt{2}T}{3\pi d}$,方向和 z 轴成 45°角,作用点在$\dfrac{1}{4}$截面的对称轴

上，距圆心 C 的距离为 $e=\dfrac{3\pi d}{16\sqrt{2}}$。

3—27 (B)，横截面上有最大剪应力，材料的抗剪强度低。

3—28 (C)，45°斜截面上有最大拉应力，材料的抗拉强度低。

3—29 3—3 面

3—30 (C)

3—31 (C)、(D)

3—32 提示：画出扭矩图进行比较。(B)或(C)

3—33 (D)

3—34 (D)

3—35 2kN·m

3—36 (B)

3—37 (1)0.51，(2)0.47

3—38 $\dfrac{2}{3}$

3—39 (C)，(B)，(A)

3—40 (B)，(B)

3—41 $d(x)=d_1+(d_2-d_1)\dfrac{x}{l}$，$I_p=\dfrac{\pi\left[d_1+(d_2-d_1)\frac{x}{l}\right]^4}{32}$，

$\phi_{AB}=\dfrac{32ml(d_1^2+d_1d_2+d_2^2)}{3\pi Gd_1^3d_2^3}$

3—42 (C)

3—43 二次超静定；$\phi_{EB}=0$，$\phi_{AB}=0$；$\dfrac{3Pba}{GI_p}-\dfrac{m_Fa}{GI_p}=0$， $\dfrac{5Pba}{GI_p}-\dfrac{3m_Fa}{GI_p}+\dfrac{m_Da}{GI_p}=0$。或 $\phi_{EB}=0$，$\phi_{AE}=0$，与 $\phi_{AE}=0$ 对应的补充方程是 $\dfrac{2(Pb-m_F)a}{GI_p}+\dfrac{m_Da}{GI_p}=0$。

3—44 $m_B=(P-N)b$，$\phi_Bb=\Delta l_{CD}$

3—45 $\dfrac{T_1l}{I_{p1}}$，(D)

3—46 (C)，$T_1=T_2$，$T_1=T_2=\dfrac{GI_{p1}I_{p2}\beta}{l(I_{p1}+I_{p2})}$

3—47 平行，零。

3—48 必定为零，不为零。

3—49 1、4，2、3

3—52 平行于周边，长边中点处，零。

3—51 (C)

3—52 $\tau_{max}=\dfrac{3m}{\pi(2r+t)t^2}$，$\tau_{max}=\dfrac{2m}{\pi(2r+t)^2t}$

第四章 构件连接的实用计算

4—1 (B)，(D)

4—2 (F)，(H)

4—3 πdh，$\dfrac{\pi}{4}(D^2-d^2)$，P，P

4—4 (C)

4—5 πdt，$\dfrac{15P}{16\pi dt}$

4—6 (B)，(D)

4—7 (A)

4—8 (B)

4—9 (B)或(D)

4—10 (1)$\dfrac{P}{8}$，$\dfrac{\pi d^2}{4}$ (2)$\dfrac{P}{8}$，dt_1(取单个盖板计算) (3)盖板，$\dfrac{P}{2}$(单个盖板)，$(b-2d)t_1$

4—11 (C),(B)

4—12 $P/2, lb, P/2, \delta b$

4—13 (B),(C),(B)

第五章 弯 曲 内 力

5—1 (D)

5—2 正,负

5—3 (B)

5—4 (A)

5—5 (D)

5—6 (B),(C)

5—7 (A),(D)

5—8 (A),(C)

5—9 (B),(C)

5—10 (C)

5—11 (A)

5—12 qa、$-\frac{1}{2}qa^2$, qa、$\frac{1}{2}qa^2$, $\frac{1}{2}qa$, $\frac{1}{8}qa^2$

5—13 4.4kN、0, −1.6kN、4.2kN·m, −1.6kN、7.2kN·m

5—14 (D)

5—15 $\frac{P}{2}$、0, $\frac{3}{2}P$、0

5—16 (C)

5—17 (C)

5—18 (D)

5—19 (B), P

5—20 (C), m

5—21 (A)

5—22 (A),(B)

5—23 (B),(E)

5—24 (C),(D)

5—25 2.5kN, −3.5kN, 3kN, 2.5m, 0, 3.125kN·m, 2kN·m, −4kN·m, −9kN·m, 0

5—26 (B)

5—27 (C)

5—28 (B)

5—29 (C)

5—30 (B),(A),(C),(C),(C)

5—31 (C),(B),(A),(C),(D)

5—32 (A)

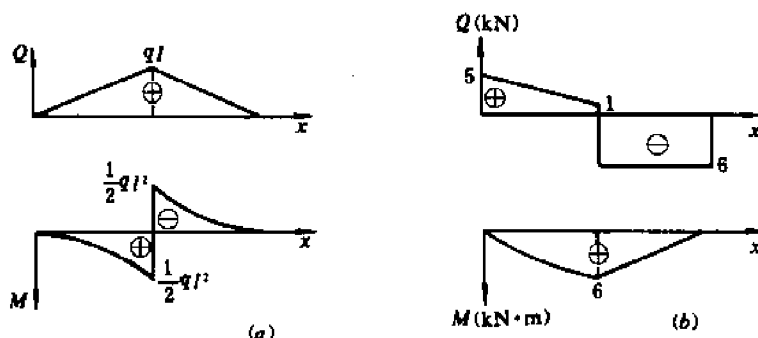
5—33 (D)

5—34 (C)

5—35 (D)

5—36 (C)

5—37



5—38 提示:利用支座处弯矩的绝对值与跨中截面弯矩相等。(B)

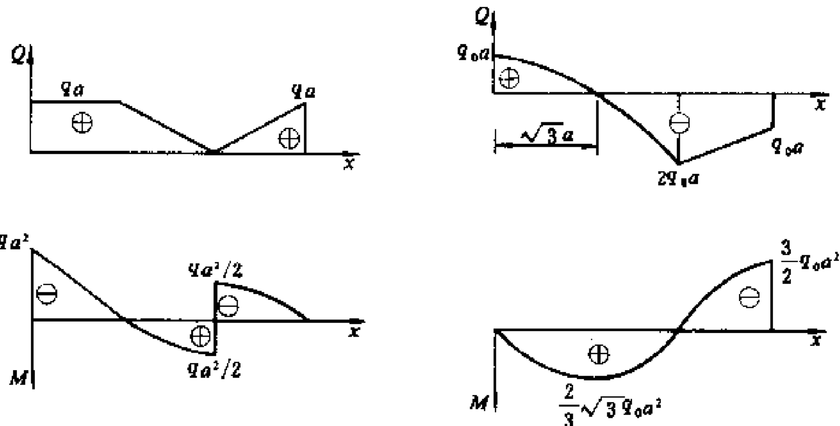
5—39 (1) $R_B = qa(\downarrow)$, $R_C = qa(\uparrow)$

(2) 对称,反对称。0,0。

5—40 (1) $R_A = q_0a(\uparrow)$, $R_C = 2q_0a(\uparrow)$

(2) $Q(x) = q_0a - \frac{q_0}{3a}x^2$,

$x_0 = \sqrt{3}a$



5—41　(C),(G)

5—42　由 $M_C=|M_B|$,得 $P_1=\frac{P}{8a}(l-2a)$

5—43　$a=2\text{m}$

5—44　$M_C=\frac{1}{8}ql^2-m/2, m=\frac{1}{4}ql^2, m\geqslant\frac{1}{2}ql^2$(提示:使梁的极值弯矩≤0)

5—45　$R_A=\frac{m_0}{2}(\downarrow), R_B=\frac{m_0}{2}(\uparrow), M(x)=-\frac{m_0}{2}x+\frac{m_0}{2l}x^2, x=l/2, |M_{\max}|=\frac{m_0 l}{8}$

5—46　(D)

5—47　不适用。

5—48　(B)和(C),(A)和(D)

5—49　提示:取微段 $Rd\theta$ 进行积分。由曲杆的整体平衡,有 $\Sigma M_A=0$,得

$$R_B\times 2R-\int_0^{\pi}R^2q(1+\cos\theta)d\theta=0, R_B=\frac{\pi qR}{2}$$

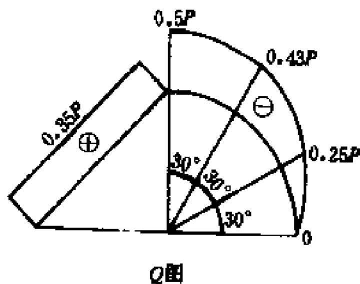
$$N(\varphi)=-\frac{\pi Rq}{2}\cos\varphi+\int_0^{\varphi}Rq\cos(\varphi-\theta)d\theta=-\frac{\pi Rq}{2}\cos\varphi+qR\sin\varphi$$

$$Q(\varphi)=-\frac{\pi Rq}{2}\sin\varphi+qR(1-\cos\varphi)$$

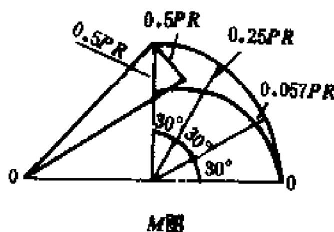
$$M(\varphi)=-\frac{\pi R^2q}{2}(1-\cos\varphi)+qR^2(\varphi-\sin\varphi)$$(设使曲杆外侧受拉的弯矩为正)

5—50　(1) $Q(\theta)=-\frac{P}{2}\sin\theta, M(\theta)=-\frac{P}{2}R(1-\cos\theta)\ (0\leqslant\theta\leqslant\frac{\pi}{2})$

(2) $R_{Ax}=\frac{\sqrt{2}}{4}P, R_{Ay}=\frac{\sqrt{2}}{4}P$



Q图



M图

第六章　弯曲应力

6—1　$(A),(C),(E)$

6—2　(D)

6—3　$\sigma=\frac{Eh}{D}$,231.5MPa

6—4　$\frac{1}{\rho}=\frac{2}{D+d},\varepsilon_{\max}=\frac{d/2}{\rho},\sigma_{\max}=E\varepsilon_{\max}\leqslant\sigma_s,D\geqslant\frac{Ed}{\sigma_s}-d$

6—5　略

6—6　提示:横截面上的法向内力 $N=0$。(C)

6—7　提示:梁弯曲变形的平面假设仍然成立。(B)

6—8　(B)

6—9　(B)、(C)、(F)

6—10　(B)

6—11　(C)

6—12　提示:用$\frac{\mathrm{d}W_z}{\mathrm{d}b}=0$求解。$(D)$

6—13　$N_t=|N_c|=\frac{1}{2}\times7.29\times125\times50\times10^{-3}=22.78\text{kN}$

$$M=N_t\times\frac{2}{3}\times125+\int_0^{25}(4.38\times\frac{y}{75})\times50y\mathrm{d}y+\int_{25}^{75}\left(4.38\times\frac{y}{75}\right)\times150y\mathrm{d}y$$
$$=3\ 100\text{N}\cdot\text{m}$$

6—14　(B)

6—15　提示:利用两者中性层的曲率相等求出 M_A、M_B。或者,利用组合轴任一横截面上的变形满足平面假设。(C)、(C)

6—16　$(C),(B)$

6—17　$h_1^3/h_2^3,h_1/h_2$

6—18　$\Delta l_{AB上}=\frac{(m/2)l}{Eb(h/2)^2/6}=\frac{12ml}{Ebh^2}$(缩短),$\Delta l_{AB下}=\frac{12ml}{Ebh^2}$(伸长),

$$\delta=2\times\frac{12ml}{Ebh^2}=\frac{24ml}{Ebh^2}$$

6—19　$\frac{1}{\rho_1}=\frac{M_1}{EI_{z_1}},\frac{1}{\rho_2}=\frac{M_2}{EI_{z_2}}$,其中 $I_{z_1}=\frac{\pi}{64}(D^4-d^4),I_{z_2}=\frac{\pi}{64}d^4$。提示:两杆在跨中截面处的曲率相等,$M_1+M_2=\frac{ql^2}{8}$。$M_1:M_2=\frac{D^4-d^4}{d^4}$

$$M_1=\frac{ql^2(D^4-d^4)}{8D^4},M_2=\frac{ql^2d^4}{8D^4}$$

6—20　提示:图(c)按叠层梁计算,可参看6-16题。(B)

6—21　(A)、(D)

6—22　(A)、(F)

6—23　$(a),\sqrt{2}$

6—24　(A)

6—25　(A)、(C)

6—26　CD段的任一横截面,或$B(E)$截面

6—27　(A)、(C),B、上、拉伸

6—28　$P=\frac{6EW_z\varepsilon}{l}$

6—29　提示:由二者最大正应力相等,有$\frac{32M}{\pi D_1^3}=\frac{32M}{\pi D_2^3(1-\alpha^4)}$。2.58

6—30　$\frac{E(\varepsilon_{下}-\varepsilon_{上})}{h}I_z$

6—31　$h/3$

6—32 (B)

6—33 (A)

6—34 (A)

6—35 C,A

6—36 $\frac{1}{4}$,80mm。提示:宽度 b 应使截面的水平形心轴为图中的 z 轴。510mm。

6—37 (A)、(B)

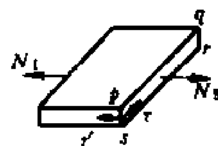
6—38 (1) $h(x)=h+\frac{2h}{l}x, W(x)=\frac{b(h+\frac{2h}{l}x)^2}{6}, \sigma(x)=\frac{6Px}{b(h+\frac{2h}{l}x)^2}$

(2) 由 $\frac{d\sigma(x)}{dx}=0$,得 $x=l/2, \sigma_{\max}=\frac{3Pl}{4bh^2}$

6—39 (A)

6—40 (1) $N_{\mathrm{I}}=N_{\mathrm{II}}=0, \tau=0$

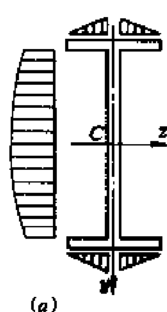
(2) $N_{\mathrm{I}}=\frac{M}{I_z}S_z, N_{\mathrm{II}}=\frac{M+dM}{I_z}S_z, \tau=\frac{Qb(h+t)}{4I_z}, t$

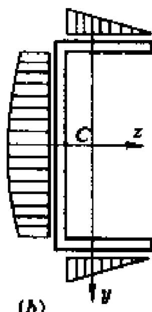


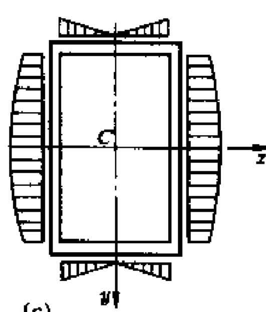
6—41 (C)

6—42 (C)

6—43 b 分别为:10mm,10mm,20mm;$S_{z\max}$分别为:$1.355\times10^5\text{mm}^3$,$1.355\times10^5\text{mm}^3$,$4.885\times10^5\text{mm}^3$



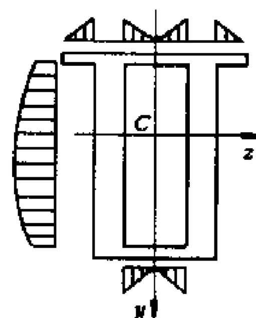




6—44 (1) $S_{z_1}=19.202\times10^5\text{mm}^3, b_1=100\text{mm}$ (2)

$S_{z_2}=9.12\times10^5\text{mm}^3, b_2=100\text{mm}$

$S_{z_3}=1.68\times10^5\text{mm}^3, b_3=20\text{mm}$



6—45 (C),(B),(C)

6—46 (1) (B),(A)或(C),(2) (B)

6—47 (C)

6—48 (D)

6—49 (D)

6—50 (B),$\frac{3ql^2}{4h}$,竖直向上的剪力和正应力形成的法向力,$CDD'C'$面上的法向力,$\frac{3ql^2}{4h}$

6—51 (A)

6—52 (B)

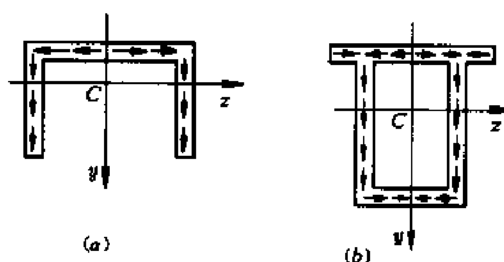
6—53 (C)

6—54 (C)

6—55 (D)

6—56 (A)

6—57



(a) (b)

6—58 (1)$\Delta M = Pa$

(2)$N_{\mathrm{I}} = \frac{M}{I_z} A y_C, N_{\mathrm{II}} = \frac{M+\Delta M}{I_z} A y_C$;

$Q'/2 = \frac{\Delta M}{2I_z} A y_C = \frac{Pa}{2I_z} A y_C, \tau = \frac{2Pa}{I_z \pi d^2} A y_C$

6—59 (1)$\tau_{\max} = \frac{3}{2}\frac{P/2}{b \times h} = \frac{3P}{4bh}$ (2) $Q' = \frac{3P}{4bh} \times b \times \frac{l}{2} = \frac{3Pl}{8h}$ (3) $\tau = \frac{Q'}{ban/2} = \frac{3Pl}{4habn}$

6—60 (1) $M' = 2\int_{88}^{100} \left(\frac{M}{I_z} y\right) y \times 100 \times dy = 0.87M$

(2) $Q' = 2\int_{0}^{88} \frac{Q}{7I_z} \left\{100 \times 12 \times 94 + 7 \times (88 - y)\left[\frac{1}{2}(88 - y) + y\right]\right\} \times 7dy$

$= 0.94Q$

(3) 抗弯,抗剪

6—61 提示:参看 6－60 题答案。(C),(D)

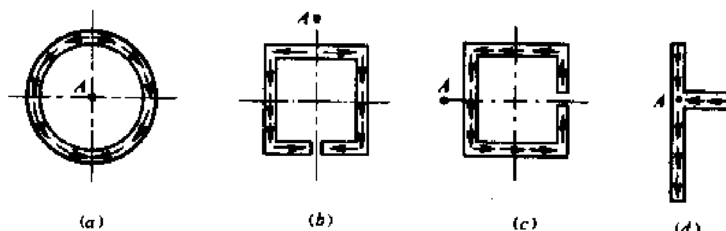
6—62 C 和 D 载面,AC 段任一横截面

6—63 (A)

6—64 (A)

6—65 (D)

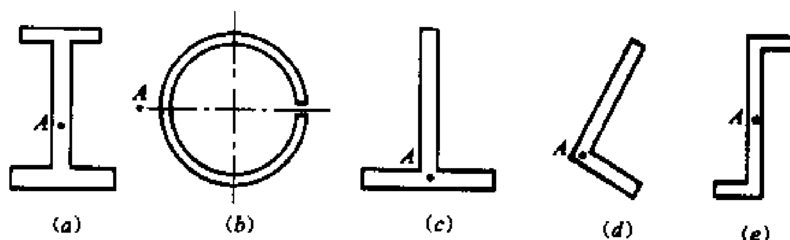
6—66



(a) (b) (c) (d)

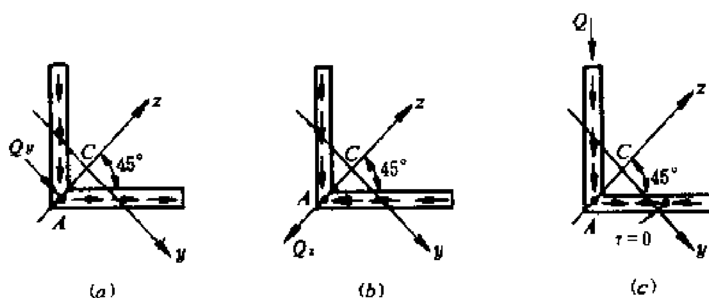
6—67 (a)平面弯曲 (b)平面弯曲 (c)平面弯曲与扭转 (d)平面弯曲 (e)平面弯曲 (f)平面弯曲与扭转

6—68



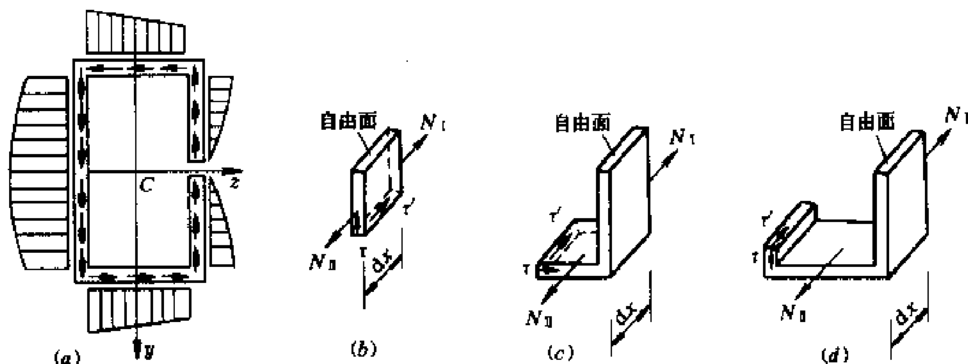
(a) (b) (c) (d) (e)

6—69 提示:图(a)可根据两肢的力合成后等于 Q_y 确定。图(b)同理。图(c)可由图(a)、(b)相加得到。



6—70 (C)

6—71 (1)



(2) $(S_z)_1=\frac{h}{2}\times t\times\frac{h}{4}=\frac{th^2}{8}$

$(S_z)_2=(\frac{h}{2}+t)\times t\times\frac{1}{2}(\frac{h}{2}+t)=\frac{t}{2}(\frac{h}{2}+t)^2$

$(S_z)_3=\frac{t}{2}(\frac{h}{2}+t)^2+bt\times\frac{1}{2}(h+t)=\frac{t}{2}(\frac{h}{2}+t)^2+\frac{bt}{2}(h+t)$

$(S_z)_4=\frac{t}{2}(\frac{h}{2}+t)^2+\frac{bt}{2}(h+t)+\frac{t}{2}(\frac{h}{2}+t)^2=t(\frac{h}{2}+t)^2+\frac{bt}{2}(h+t)$

6—72 (1) 中性轴位于两肢的交界处,即中性轴将横截面分成面积相等的两部分。

(2) $W_s=\frac{bh}{2}(b+h)$, $M_u=\frac{bh}{2}(b+h)\sigma_s$

6—73 (C)

第七章　梁的位移及简单超静定梁

7—1 提示:梁弯曲变形后的曲率半径为 R。(C)

7—2 提示:梁 C 截面处的曲率为零。(B),(C)

7—3 曲率$\frac{1}{\rho(x)}$,弯矩 $M(x)$和抗弯刚度 EI,约束情况

7—4 (B)

7—5 正、负,负、正,正、正

7—6 $-M(x)$, $M(x)$

7—7 3,6。$x_1=0$ 时,$v_1=0$, $v'_1=0$;$x_2=2l$ 时,$v_2=0$。$x_1=x_2=l$ 时,$v_1=v_2$;$x_2=x_3=2l$ 时,$v'_2=v'_3$, $v_2=v_3$。

7—8 (C)

7—9 (B)

7—10 (a) $x=0$ 时, $v=0$; $x=l$ 时, $f_B=\Delta l_{BC}$。

(b) $x_1=0$ 时, $v_1=0$; $x_1=x_2=a$ 时, $f_B=\frac{P}{k}(1+\frac{b}{a})$; $x_1=x_2=a$ 时, $v_1'=v_2'$, $v_1=v_2$。

(c) $x_1=0$ 时, $v_1=0$; $x_2=l$ 时, $f_B=\frac{P}{2k}$; $x_1=x_2=l/2$ 时, $v_1'=v_2'$, $v_1=v_2$。

7—11 (B)

7—12 (A)

7—13 (B)、(D)

7—14 (C)

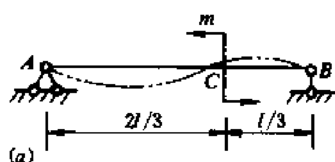
7—15 剪力 Q 和转角 θ, 弯矩 M 和挠度 f

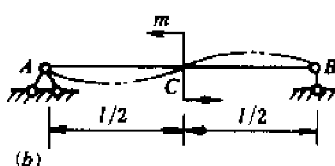
7—16 (C)

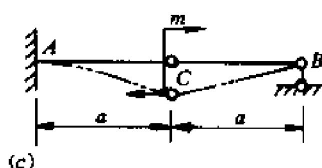
7—17 (C)

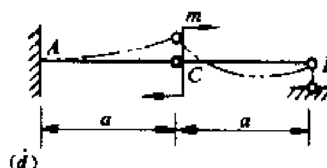
7—18 (B)

7—19





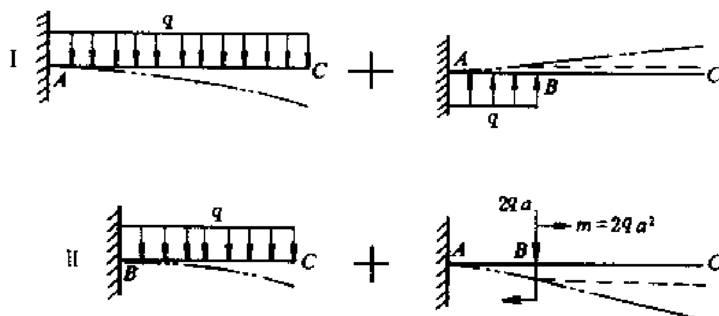




7—20 提示:拐点所在横截面上的弯矩为零。$\frac{1}{2}$

7—21 (C)和(D)

7—22

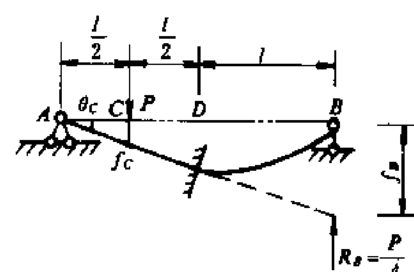


7—23 $f_B=f_{B_1}+\theta_C l+f_C$

7—24 注意:梁的变形始终是小变形。

$f_C=\frac{1}{4}f_B=\frac{Pl^3}{48EI}$ (↓)

$\theta_C=\frac{f_B}{2l}=\frac{Pl^2}{24EI}$ (↲)



7—25 (C), (D)

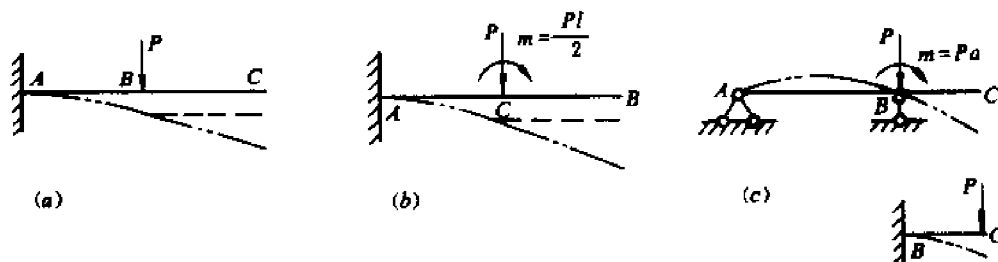
7—26 (C), (A), (A)

7—27 $q=\frac{16}{5}\frac{P}{l}$

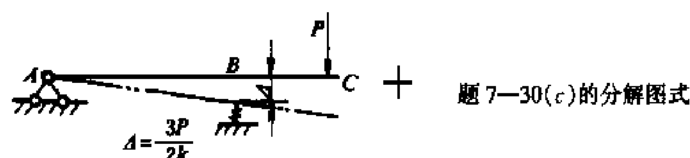
7—28 (E)

7—29　(D)，$\frac{11Pa^3}{6EI}(\downarrow)$、$-\frac{3Pa^2}{2EI}(\uparrow)$

7—30

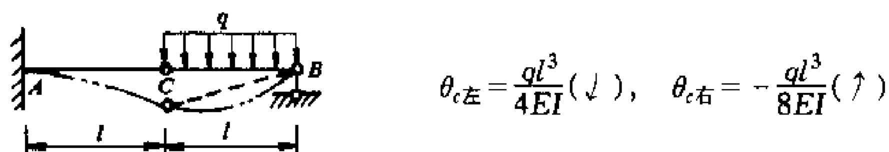


7—31



题 7—30(c)的分解图式

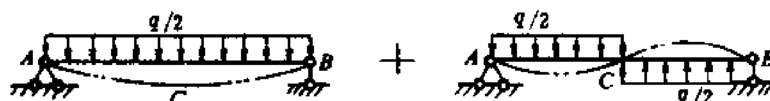
7—32



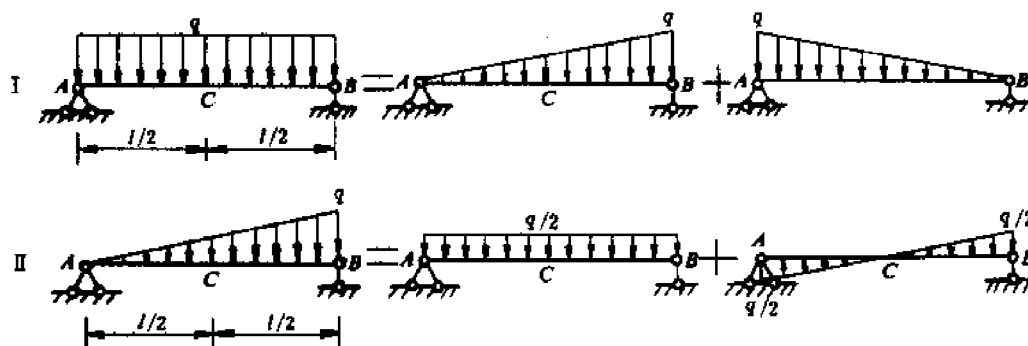
$\theta_{c左}=\frac{ql^3}{4EI}(\downarrow)$，　$\theta_{c右}=-\frac{ql^3}{8EI}(\uparrow)$

7—33　(D)，(E)，$f_B=\frac{Pa^3}{3EI}(\downarrow)$，$\theta_{C左}=\frac{Pa^2}{2EI}(\downarrow)$，$\theta_{C右}=-\frac{f_c}{a}=-\frac{5Pa^2}{6EI}(\uparrow)$

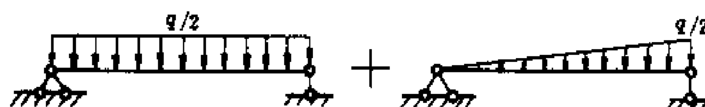
7—34



7—35

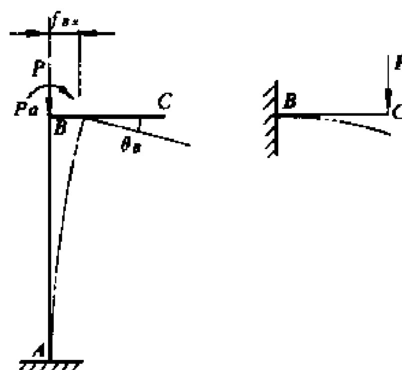


7—36



7—37 (*A*)

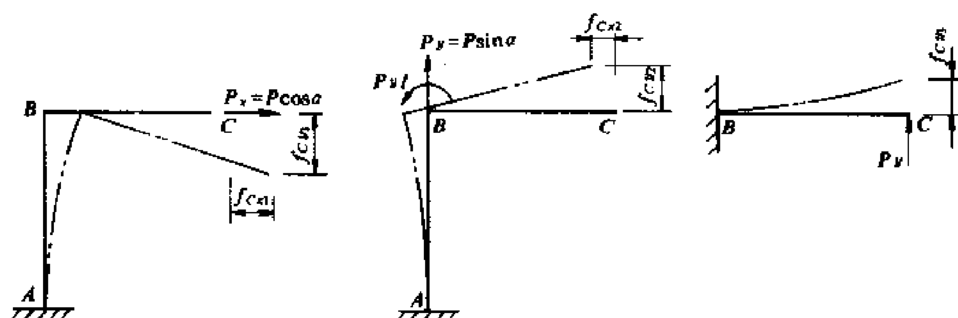
7—38



$$f_{Cx}=f_{Bx}=\frac{2Pa^3}{EI}(\rightarrow)$$

$$f_{Cy}=\frac{Pa^3}{3EI}+\theta_B a=\frac{Pa^3}{3EI}+\frac{2Pa^3}{EI}=\frac{7Pa^3}{3EI}(\downarrow)$$

7—39



(1) $f_{Cx}=f_{Cx1}+f_{Cx2}=\frac{P_x l^3}{3EI}-\frac{P_y l^3}{2EI}=\frac{Pl^3(2\cos\alpha-3\sin\alpha)}{6EI}$

$f_{Cy}=f_{Cy1}+f_{Cy2}+f_{Cy3}=\frac{P_x l^3}{2EI}-\frac{P_y l^3}{EI}-\frac{P_y l^3}{3EI}=\frac{Pl^3(3\cos\alpha-8\sin\alpha)}{6EI}$

(2) $\tan\alpha=\frac{|f_{Cy}|}{|f_{Cx}|}$

7—40 (*D*)

7—41 (*C*)

7—42 $-\frac{Px^3}{3EI}$

7—43 (*C*)、(*D*)

7—44 $f_{ca}:f_{cb}=1:2.25$

7—45 $f_a:f_b:f_c=1:8:27$

7—46 (*C*)

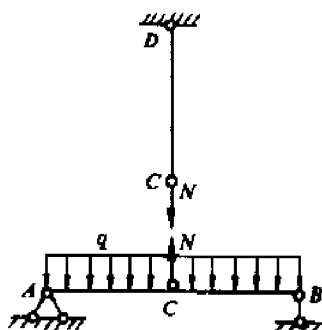
7—47 二次,二次,二次,一次

7—48 (*A*),跨中截面的转角为零。

7—49 (*A*),跨中截面的挠度为零。

7—50 不正确的为(*E*)。(*A*) $f_B=0,f_C=0$。 (*B*) $\theta_A=0,f_B=0$。
(*C*) $\theta_A=0,\theta_{B左}=\theta_{B右}$。 (*D*) $f_B=0,\theta_{B左}=\theta_{B右}$。 (*F*) $\theta_A=0,f_A=0$。

7—51 $f_C=\Delta l_{CD}$



7—52 (*D*)

7—53 (*C*)

7—54 (*B*)

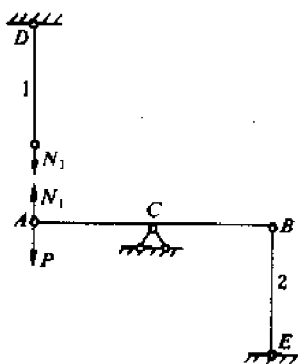
7—55 (1) (*B*),(2) (*B*)

7—56 (B)

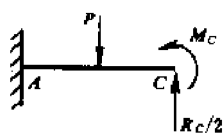
7—57 (C)

7—58 $|M_A| = M_C, R_B = \frac{1}{3}P, \Delta = \frac{Pl^3}{144EI}$

7—59 $f_A = \Delta l_1, \frac{N_2 a}{EA} + \frac{2(P - N_1)a^3}{3EI} = \frac{N_1 a}{EA}$

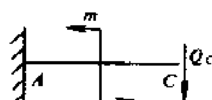


7—60 (a)



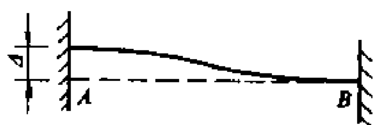
$\theta_C = 0, f_C = 0$

(b)



$f_C = 0$

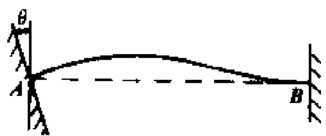
7—61





$f_A = \Delta, \theta_A = 0$

7—62

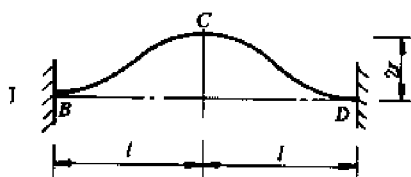


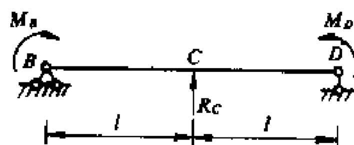


$f_A = 0, \theta_A = \theta$

7—63 提示：设钢板为无限长，并根据对称性条件，可采用两种方案，如图所示。

Ⅰ



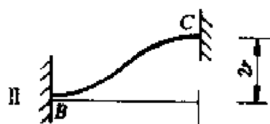


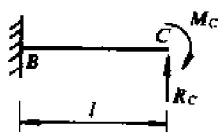
$\theta_B = 0,$

$f_C = -2r$

$(M_B = M_D)$

Ⅱ

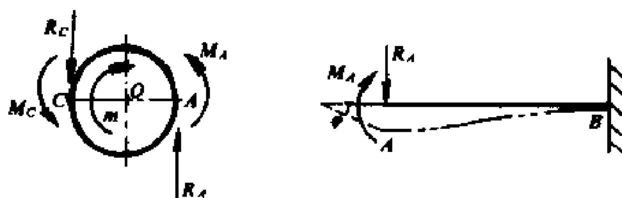




$\theta_C = 0,$

$f_C = -2r$

7—64



平衡方程 $m = M_A + M_C + R_AR + R_CR = 2M_A + 2R_AR$(根据反对称有 $R_A = R_C, M_A = M_C$)

变形协调方程 $\phi = \frac{f_A}{R}$,其中 $\phi = -\frac{R_Al^2}{2EI} + \frac{M_Al}{EI}, f_A = \phi R = \frac{R_Al^3}{3EI} - \frac{M_Al^2}{2EI}$

第八章　应力状态分析

8—1　1－E、2－A、3－D、4－C、5－B、6－F　8—2　(C),(B),(D),(A)

8—3　－30°,30°,－60°,60°　8—4　(C)

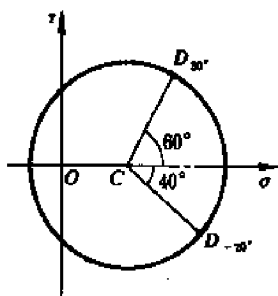
8—5　单元体的斜截面上的应力,应在单元体上截取分离体后,由分离体上力的平衡条件得到。用应力分解,或用应力相互平衡,都是错误的。

8—6　$\sigma_x = 30\text{MPa}$,　$\sigma_y = -50\text{MPa}$,　$\tau_x = -20\text{MPa}$,　$\tau_y = 20\text{MPa}$

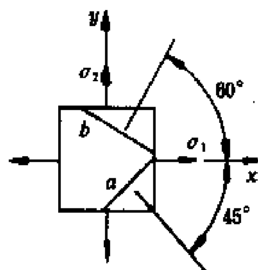
8—7　A 点,E 点　8—8　ab,ad

8—9　(C),(A),(E),(B),(D)

8—10



8—11



8—12　(A)　8—13　D_{α_2},(C),(D),(C),(C)

8—14　提示:注意与应力圆上 A 点所对应的斜截面上的应力表示是否正确。(C)

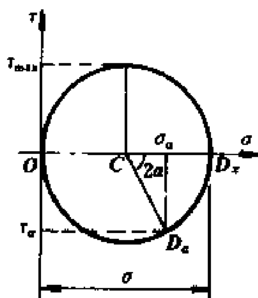
8—15　$\sigma_\alpha = \frac{\sigma}{2} + \frac{\sigma}{2}\cos 2\alpha = \sigma\cos^2\alpha$

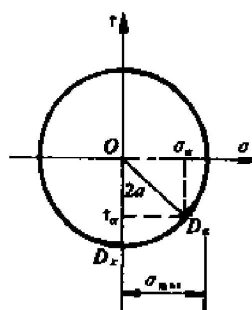
(α 本身为负值)

$\tau_\alpha = \frac{\sigma}{2}\sin 2\alpha \quad \tau_{max} = \frac{\sigma}{2}, \alpha_1 = 45°$

8—16　$\sigma_\alpha = \tau\sin 2\alpha$　(τ 取绝对值)

$\tau_\alpha = -\tau\cos 2\alpha \quad \sigma_{max} = \tau, \beta = 45°$



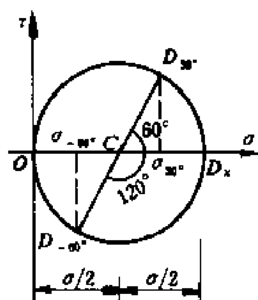


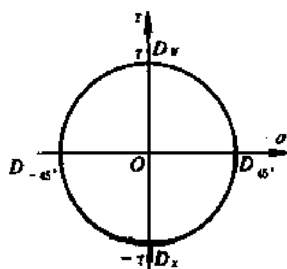
8—17 $\sigma_{30^\circ}=\frac{\sigma}{2}+\frac{\sigma}{2}\cos 60^\circ=\frac{3}{4}\sigma$

$\sigma_{-60^\circ}=\frac{\sigma}{2}-\frac{\sigma}{2}\cos 60^\circ=\frac{1}{4}\sigma$

8—18 $\sigma_{45^\circ}=\tau$ （τ 取绝对值）

$\sigma_{-45^\circ}=-\tau$





8—19 $\sigma_1=-\frac{\sigma}{2}+\sqrt{\left(\frac{\sigma}{2}\right)^2+\tau^2}$

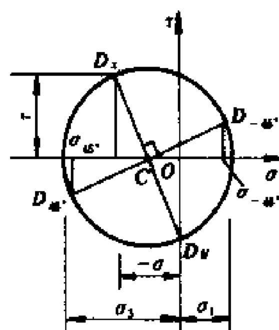
$\sigma_3=-\frac{\sigma}{2}-\sqrt{\left(\frac{\sigma}{2}\right)^2+\tau^2}$

（σ 取绝对值）

$\sigma_2=0$

$\sigma_{45^\circ}=-\frac{\sigma}{2}-\tau$

$\sigma_{-45^\circ}=-\frac{\sigma}{2}+\tau$



8—20 (1) 应力圆半径 $R=\sqrt{\left(\frac{\sigma_x-\sigma_y}{2}\right)^2+\tau_x^2}$

$\tau_\alpha=R\sin[\pi-2(\alpha+\alpha_0)]$

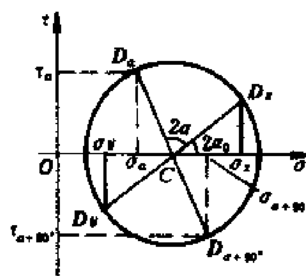
$\tau_{\alpha+90^\circ}=-R\sin[\pi-2(\alpha+\alpha_0)]$

（α、α_0 均取绝对值）

(2) $\sigma_\alpha=\frac{\sigma_x+\sigma_y}{2}-R\cos[\pi-2(\alpha+\alpha_0)]$

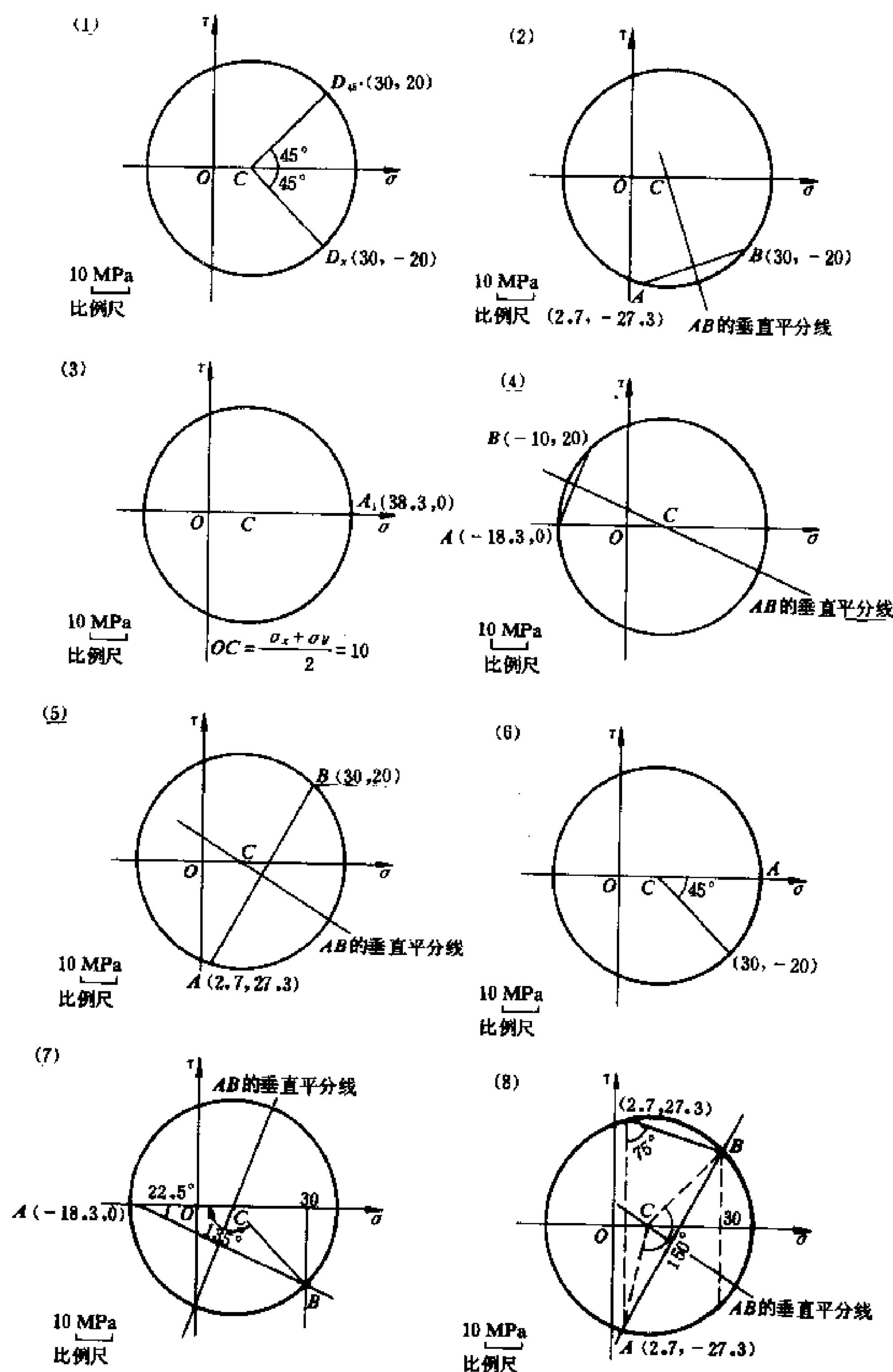
$\sigma_{\alpha+90^\circ}=\frac{\sigma_x+\sigma_y}{2}+R\cos[\pi-2(\alpha+\alpha_0)]$

$\sigma_\alpha+\sigma_{\alpha+90^\circ}=\sigma_x+\sigma_y=C$



8—21 见 8—22 题图(a)

8—22



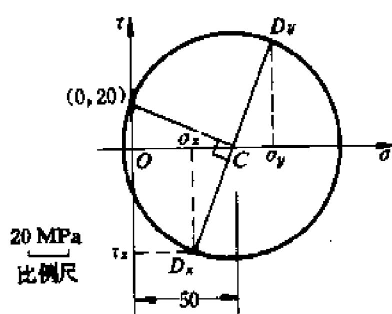
(7) 提示:应力圆上 A、B 两点所代表斜截面的外法线,在单元体上所夹角度为 67.5°。

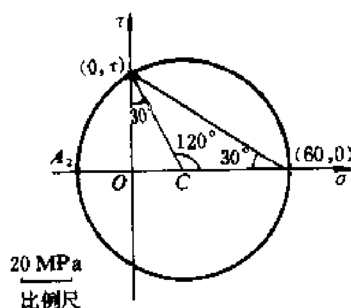
(8) 提示:代表单元体上两斜截面的 A、B 两点所夹圆心角$\angle ACB=150°$,与$\angle ACB$ 相对应的圆周角则为 75°。

8—23 $\sigma_\alpha=\sigma,\tau_\alpha=0$

8—24 $\sigma_x=30\text{MPa},\sigma_y=70\text{MPa}$,　　　　8—25

$\tau_x = -50\text{MPa}$





8—26　不能。因无法确定圆心位置。

8—27　(B)

8—28　(C)

8—29　$\sigma_{AC} = \frac{\sqrt{3}}{2}\tau, \tau_{AC} = -\frac{\tau}{2}$

8—30　(B)

8—31　(a) 80MPa、50MPa、0、40MPa，(b) 50MPa、0、-80MPa、65MPa，(c) 0、-50MPa、-80MPa、40MPa，(d) 50MPa、50MPa、-80MPa、65MPa

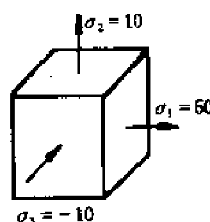
8—32　100MPa、0、0、50MPa、45°、单向应力状态

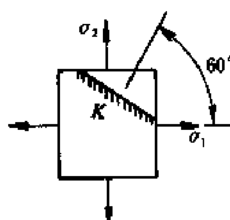
8—33　提示：先用应力圆求出三个主应力，然后判断。(C)

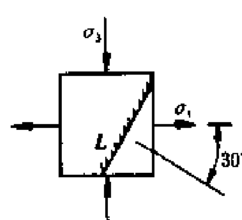
8—34　(C)，(A)，(D)，(B)

8—35　(B)

8—36



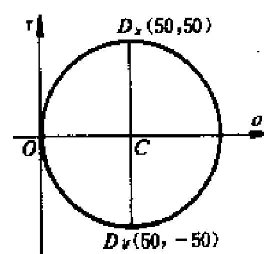




8—37　(D)

8—38　$\sigma_1 = 100\text{MPa}, \sigma_2 = 0, \sigma_3 = -50\text{MPa}$

$\alpha_0 = -45°$，二向应力状态，$\tau_{\max} = 75\text{MPa}$



8—39　(A)

8—40　$\sigma_1 = \sqrt{2}\sigma, \sigma_2 = 0, \sigma_3 = -\sqrt{2}\sigma, \tau_{\max} = \sqrt{2}\sigma$

8—41　$\tau_{\max} = \frac{80-(-60)}{2} = 70\text{MPa}$

8—42　三向应力状态，点圆，$-q$，0

8—43　(C)

8—44　$\tau_{\max} = 40\text{MPa}, \sigma_1 = 50\text{MPa}, \sigma_2 = 0, \sigma_3 = -30\text{MPa}$

8—45　提示：$\varepsilon_z = -\frac{\nu}{E}(\sigma_1 + \sigma_3)$。($B$)

8—46　(A)

8—47　(D)

8—48　提示：对杆上任一点的应力状态，求出±45°斜截面上剪应力，然后求剪应变。$\frac{(1+\nu)q}{E}$

8—49　$\varepsilon_1 \neq 2\varepsilon_2, \varepsilon_1 = \frac{\sigma_2}{E}(2-\nu), \varepsilon_2 = \frac{\sigma_2}{E}(1-2\nu)$

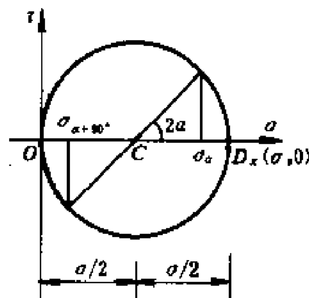
8—50　提示：用应力圆求 σ_{30° 和 σ_{-60°，然后用 $\varepsilon_{30^\circ}=\frac{\sigma_{30^\circ}}{E}-\frac{\nu}{E}\sigma_{-60^\circ}$。(*C*)

8—51　$\sigma_\alpha=\sigma\cos^2\alpha$

$\sigma_{\alpha+90^\circ}=\sigma\sin^2\alpha$

$\varepsilon_\alpha=\frac{1}{E}[\sigma_\alpha-\nu\sigma_{\alpha+90^\circ}]$

$=\varepsilon_x(\cos^2\alpha-\nu\sin^2\alpha)$



8—52　(*C*)

8—53　(*C*)

8—54　(*C*)

8—55　(*B*)，$\frac{E}{1+\nu}\left(\varepsilon_{135^\circ}-\frac{\varepsilon_x+\varepsilon_y}{2}\right)$

8—56　$\sigma_{45^\circ}=\frac{\sigma_x+\sigma_y}{2}-\tau,\sigma_{-45^\circ}=\frac{\sigma_x+\sigma_y}{2}+\tau,\varepsilon_{45^\circ}=\frac{1}{E}\left[\frac{\sigma_x+\sigma_y}{2}(1-\nu)-\tau(1+\nu)\right]$

8—57　二向，$-p,0,0,-\nu p,-\frac{1-\nu^2}{E}p,\frac{\nu(1+\nu)}{E}p$

8—58　提示：先求 σ_{30° 和 σ_{-60°，然后求 ε_{30°。(*C*)

8—59　$\frac{3\sigma}{4},\frac{\sigma}{4},\frac{4E\varepsilon}{3-\nu},\frac{E\varepsilon\pi d^2}{3-\nu}$

8—60　50.9MPa，−68.9MPa，2.47×10^{-4}，-0.74×10^{-4}，5.21×10^{-4}

8—61　$\theta=\frac{1-2\nu}{E}\sigma$

8—62　(*C*)

8—63　$\sigma_1=\sigma_2=\sigma_3=-p,\theta=\frac{1-2\nu}{E}(\sigma_1+\sigma_2+\sigma_3)=-\frac{3(1-2\nu)}{E}p$

$\Delta V=\theta\times\frac{\pi d^3}{6}=-\frac{\pi d^3(1-2\nu)}{2E}p$

$\Delta d=\varepsilon d=\frac{1}{E}[\sigma_1-\nu(\sigma_2+\sigma_3)]d=-\frac{p}{E}(1-2\nu)d$

8—64　无形状改变，有体积改变的是图(*a*)；有形状改变，无体积改变的是图(*b*)。

8—65　(*D*)

8—66　(*D*)

8—67　$u=3\tau^2(1+\nu)/E$

8—68　(*D*)，(*B*)

8—69　材料力学中的单元体，实质上是描述受力物体中一点的应力状态，所以单元体棱边长度是趋向于零。也就是说，此种单元体仅代表一个点，不表示点与点之间的联系。

第九章　强度理论

9—1　提示：玻璃是热的不良导体，杯子内部温度高于外部温度。杯子内部材料受热膨胀，受到外部材料的限制，而使外部材料受拉。玻璃又是抗拉能力低的脆性材料，故外壁先裂。(*D*)

9—2　水受冷变成冰后，体积膨胀，使铸铁水管沿径向截面受拉伸作用，而铸铁的拉抗能力低，易发生破裂。水管中的冰可认为是三向压缩应力状态，不易被压碎。

9—3 (B),最大拉应力理论

9—4 提示:三向等值压缩时剪应力为零,不会发生剪切变形,即无剪断破坏或塑性变形。最大剪应力和伸长线应变均为零,故不会发生脆性断裂。(D)

9—5 (C)

9—6 三向压缩,提高

9—7 (A),(D)

9—8 (C)

9—9 (D)

9—10 (A)

9—11 (C)

9—12 C 截面上的上、下边缘处,(A);AC 段的中性层处,(B);(D)

9—13 提示:危险点的应力状态为近似三向等值拉伸。(A)

9—14 提示:计算第四强度理论的相当应力大小。或从形状改变程度相同进行分析。(C)

9—15 (A)、(B),(C)、(D),(E)

9—16 (B)、(D)

9—17 $2\sqrt{2}\sigma$

9—18 $\frac{\sqrt{7}}{2}\sigma$

9—19 134MPa,130MPa,120MPa,220MPa

第十章 组合变形

10—1 (a) AB 杆:弯曲+压缩,BC 杆:压缩 (b) AC 杆:弯曲,BC 杆:弯曲,CD 杆:弯曲+扭转+压缩

10—2 (C)

10—3 从上向下按填空顺序依次是:轴向拉伸(压缩),偏心拉伸(压缩),平面弯曲,斜弯曲,平面弯曲+扭转,斜弯曲+扭转

10—4 平面弯曲+扭转,斜弯曲+扭转,斜弯曲,平面弯面+扭转,斜弯曲+扭转

10—5 斜弯曲,平面弯曲+扭转,平面弯曲,斜弯曲,斜弯曲,平面弯曲,平面弯曲

10—6 均为(A)

10—7 剪力 $Q=P$,弯矩 $M_z=Pl\cos\theta$、$M_y=Pl\sin\theta$,扭矩 $T=Pe$

10—8 (C)

10—9 $\sigma_{\max}=\frac{\sqrt{M_y^2+M_z^2}}{W}=\frac{32\sqrt{M_y^2+M_z^2}}{\pi d^3}$

10—10 (B),(C)

10—11 $\sigma=\frac{32l\sqrt{P_1^2+P_2^2+2P_1P_2\sin\theta}}{\pi d^3}\leqslant[\sigma]$

10—12 (D)

10—13 (C)

10—14 (D),(A)

10—15 (D)

10—16 (A)

10—17 b 点,d 点

10—18 (C)

10—19 (B)

10—20 (C)

10—21 (D)

10—22 $\Delta l=\frac{Pl}{Ebh}+\frac{Ph/2}{Ebh^2/6}l+\frac{Pb/2}{Eb^2h/6}l=\frac{7Pl}{Ebh}$

10—23 3-3

10—24 (B)

10—25 (B)

10—26 (B)

10—27 (D)

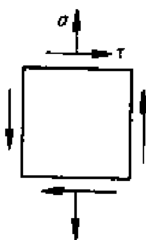
10—28 (1) (D),130mm,∞;(2) 183.3mm,-68.75mm

10—29 (D)

10—30 轴向拉伸,轴向拉伸与弯曲,(C)

10—31 固定端截面的 D 点,

$$\sigma=\frac{P\sin\theta}{bh}+\frac{6Pl\cos\theta\cos\phi}{hb^2}+\frac{6Pl\cos\theta\sin\phi}{bh^2}$$



10—32 $\sigma=-\frac{2P_x}{bh},\tau=\frac{3P_y}{2bh}$

10—33 提示:使水压力产生的最大拉应力等于混凝土坝自重形成的压应力。

$h=\sqrt{2.5}b$

10—34 (C),(B), $s_1=\frac{d\sin\alpha+4l\cos\alpha}{8\cos\alpha}$

10—35 (C)

10—36 a:各种应力状态

b:右图所示的应力状态

c:圆截面杆的弯扭组合

10—37 (D)

10—38 d 点,(C)

10—39 (C)

10—40 $\sigma=\frac{8P}{\pi d^2}+\frac{32Pl}{\pi d^3}\leqslant[\sigma],\sigma=\sqrt{\left(\frac{4P}{\pi d^2}+\frac{32Pl}{\pi d^3}\right)^2+4\left(\frac{16Pl}{\pi d^3}\right)^2}\leqslant[\sigma]$

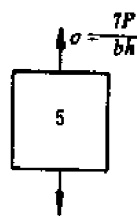
或 $\sigma=\sqrt{\left(\frac{4P}{\pi d^2}+\frac{32Pl}{\pi d^3}\right)^2+3\left(\frac{16Pl}{\pi d^3}\right)}\leqslant[\sigma]$

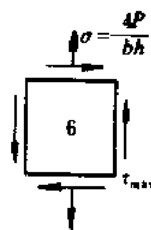
10—41 (A)

10—42 (D)

10—43 (C)

10—44 5 点和 6 点,应力状态如图所示:





10—45 $R_B=R_C=P/2,M_{By}=M_{Cy};Q_{Ez}=0$。BC 杆因弯曲变形使 C 截面的转角,等于 CD 杆 C 截面的扭转角。E 截面绕 y 轴的转角为零。

10—46 提示:若去掉 B 端的约束,则在温度变化后,梁的各纵向纤维的伸长(或缩短)变形沿高度呈线性变化。由于 B 端实际是固定端,阻止纵向纤维的温度变形,使沿高度线性变化的伸长(或缩短),恢复到原来同样的长度,因此梁必须是压缩与弯曲变形的组合,相应的就有应力沿高度呈线性变化。(1),(2)。

第十一章 压杆稳定

11—1 (D)

11—2 (B)、(C)、(E)

11—3 (1) 稳定的,(2) 不稳定的,(3) 处于稳定平衡与不稳定平衡的分界线,(4) $P_{cr}=$

$2kl$

11—4 (C)

11—5 (B)、(D)

11—6 (1) xz_0, y_0 轴;(2) y 轴, $I_y = I_{\min} = 2I_{z_0} = 11.48 \times 10^6 \mathrm{mm}^4$;(3) z 轴, $I_z = I_{\min} = 2I_{z_1} = 7.24 \times 10^6 \mathrm{mm}^4$

11—7 无关,无关,正和负,挠曲线的近似微分方程均为 $EIv'' + Pv = 0$

11—8 图(a)、(b)、(c)所示截面绕过形心的任意轴,图(d)所示截面绕 z 轴,图(e)、(f)、(g)所示截面绕 y_1 轴,图(h)所示截面绕 y 轴。

11—9 (B)

11—10 (A)

11—11 (C)

11—12 (D)

11—13 提示:图(c)所示压杆的下端可视为弹性支承。(D),(C)

11—14 (A)

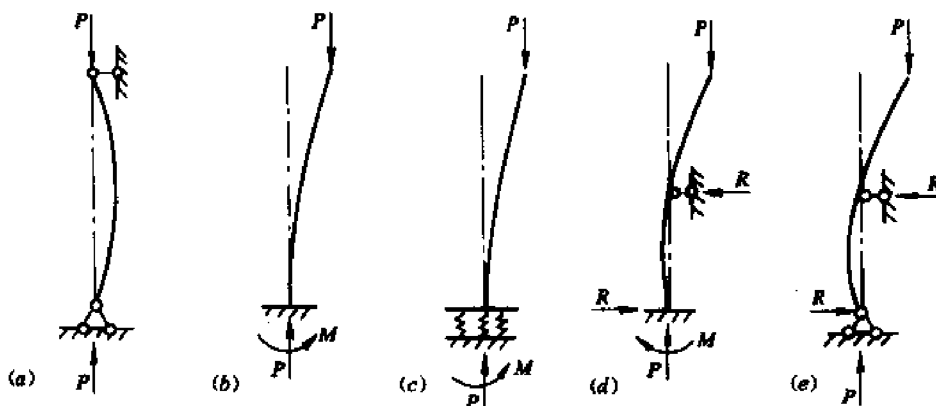
11—15 提示:$I_y + I_z = I_{y_0} + I_{z_0}$。(A)

11—16 (C)

11—17 (C)

11—18 (A)

11—19



11—20 (E),(F)

11—21 (D),(C)

11—22 (A)

11—23 $\lambda_z = \dfrac{\sqrt{12}}{2b}l$, $\lambda_y = \dfrac{2\sqrt{12}l}{h}$。由 $\lambda_z = \lambda_y$,得 $b/h = 1/4$。

11—24 (C)

11—25 (B)

11—26 (A),(D)

11—27 (C)

11—28 $\lambda_z = \dfrac{\sqrt{12}}{2h}l$, $\lambda_y = \dfrac{\sqrt{12}}{2b}l$, $b/h = 1$

11—29 (1) (A),(2) (D)

11—30 (D)

11—31 (F),(B)

11—32 (B)

11—33 提示:三杆均达到各自的临界压力时,桁架才达到极限状态。(D)

11—34 (1) $P_{cr} = \dfrac{2\pi^2 EI_{y_0}}{(0.5l)^2}$,(2) $I_y = 2(I_{y_0} + Az_0^2)$,(C)

11—35 (D),$\arctan(\cot^2\beta)$

11—36 (B)

11—37 $\because \dfrac{N_{AB}}{N_{AC}} = \dfrac{\sqrt{6}}{2} = 1.22$, $\dfrac{(N_{AB})_{cr}}{(N_{AC})_{cr}} = 2$, $\dfrac{N_{AB}}{N_{AC}} < \dfrac{(N_{AB})_{cr}}{(N_{AC})_{cr}}$ $\therefore AC$ 杆先失稳。

11—38 1、2 两杆的存在,减小了 AB、AC 杆的自由长度,使 AB、AC 杆稳定性增加。

11—39 (b)

第十二章 能量方法

12—1 (C)

12—2 (B)、(C)

12—3 (B)

12—4 $U_a=\dfrac{7P^2a}{3EA}$, $U_b=\dfrac{2P^2a}{EA}$

12—5 (C)

12—6 (D)或(E)

12—7 (C)

12—8 $M=PR\sin\theta$, $T=PR(1-\cos\theta)$, $U=\dfrac{1}{2EI}\int_0^{\pi/2}P^2R^3\sin^2\theta\mathrm{d}\theta+\dfrac{1}{2GI_P}\int_0^{\pi/2}P^2R^3(1-\cos\theta)^2\mathrm{d}\theta$

12—9 提示:可根据 $U=\dfrac{1}{2}P\delta$ 的大小来判断,其中 δ 为 P 力作用点的位移。(1) (C),(2) $\dfrac{P^2l}{8EA}$,(3) $\dfrac{P^2l}{8EA}+\dfrac{\Delta^2EA}{2l}$

12—10 (a) A、B 两点沿 P 力方向的相对线位移 δ_{AB}。

(b) 铰 A 两侧截面的相对角位移 θ。

(c) P 力作用处两截面沿 P 力方向的相对线位移 δ。

(d) A、B 截面沿 P 力方向的相对线位移 δ_{AB}。

12—11 错误的原因为:$W\neq\dfrac{1}{2}m\theta_A$, $W=\dfrac{1}{2}m\theta_A+\dfrac{1}{2}Pf_C$。

12—12 应变能应为整个系统的应变能。题中的应变能还应包括梁 CB 段的应变能。

12—13 先加 P 而后加 $\mathrm{d}P$ 时,$U_1=U+\dfrac{\partial U}{\partial P}\mathrm{d}P$;先加 $\mathrm{d}P$ 而后加 P 时,$U_2=\dfrac{1}{2}\mathrm{d}P\mathrm{d}\delta+U+\mathrm{d}P\delta$;$U_1=U_2$,并略去高阶微量 $\dfrac{1}{2}\mathrm{d}P\mathrm{d}\delta$,可得 $\delta=\dfrac{\partial U}{\partial P}$。

12—14 略

12—15 (a) (D), (b) (E), (c) (D)

12—16 (A), (B), (C), (D)

12—17 (B)

12—18 (C)

12—19 提示:一般情况下,沿 P 力方向的位移不等于 C 截面的总位移。(D)

12—20 (C)

12—21 (C)

12—22 提示:在 A 点处添加与 P 力方向垂直的附加力 Q,求在 P 和 Q 共同作用下的应变能 U,并令沿 Q 力方向的位移 $\delta=\left.\dfrac{\partial U}{\partial Q}\right|_{Q=0}=0$。$\alpha=\dfrac{\pi}{8}$。

12—23 提示:参看 12-14 题。梁的挠曲线与梁水平轴线所围成的面积。

12—24 (C)

12—25 (C)

12—26 提示:将 P 力向 C 截面简化,并求 $\delta_C=\dfrac{\partial U}{\partial P}=0$。$x=\dfrac{l}{3}$

12—27 提示:在静定结构上应用卡氏定理时,结构上所加的广义集中力,均应视作独立的自变量,即 H_A 和 R_A 应是两个独立的广义力。(B)

12—28 提示：在相当系统中(图 b)，独立的自变量只有 q 和R_C。(C)

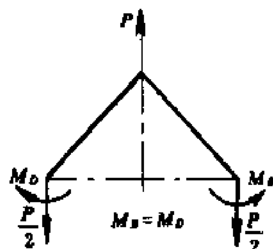
12—29 (1) 图(a)、(e)和(f)为对称载荷，C 截面上的内力有弯矩和轴力。

图(b)、(c)、(d)和(g)为反对称载荷，C 截面上的内力只有剪力。

(2) 图(a)、(e)、(f)所示刚架 C 截面的转角和水平位移为零。

图(b)、(c)、(d)、(g)所示刚架 C 截面沿竖直方向的位移为零。

12—30 a. 弯矩 $M_y \neq 0$，剪力 $Q_z = 0$，扭矩 $T_x = 0$；b. 剪力 $Q_z \neq 0$，扭矩 $T_x \neq 0$，弯矩 $M_y = 0$。

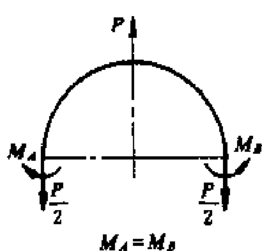


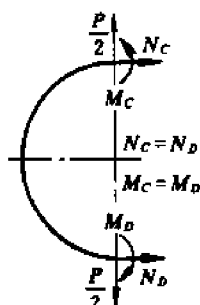
12—31 剪力 $Q = 0$，B 截面沿该杆轴线方向的线位移和转角为零，C 截面沿该杆轴线方向的线位移和转角为零。

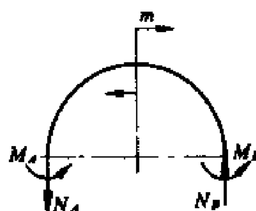
12—32 变形协调条件为 $\theta_B = 0$ 或 $\theta_D = 0$。

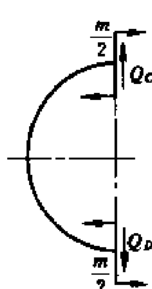
12—33 C 处仅有轴力。变形协调条件为 C 处沿水平方向的位移 $\delta_C = 0$。

12—34 12—35





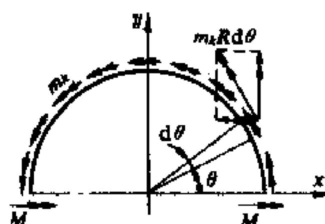




12—36 轴力和弯矩。

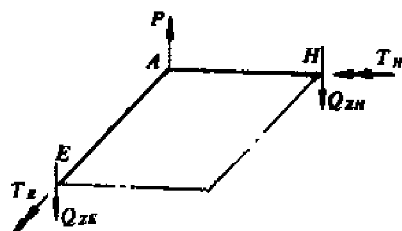
12—37 $M_A = N_A = 0, Q_A = qb, M_B = N_B = 0, Q_B = -qa$。

12—38 提示：根据对称性分析，任一截开面上将只有弯矩 M。在 $d\theta$ 所夹微段上的外力偶矩为$m_kRd\theta$，它沿 y 方向的分量在整个半环上自相平衡，它沿 x 方向的分量则有平衡方程 $2M = \int_0^{\pi} Rm_k \sin\theta d\theta = 0$，即弯矩 $M = Rm_k$。



12—39 提示：此结构在图示外力作用下，其关于 AB 截面是对称的，关于 CD 截面是反对称的。(B)

12—40 提示：这是平面刚架在垂直平面内受力，并且关于 EF、GH 对称面作用反对称的荷载。因此，对称面上仅有剪力和扭矩。取$\frac{1}{4}$刚架 EAH(见图)，再注意刚架受载是关于 AC 截面对称的，所以 $M_x = T_E = \frac{P}{2}a, M_y = M_z = Q_y = N_x = 0, Q_z = \frac{P}{2}$。



12—41 (D)

第十三章　动　应　力

13—1　(B)、(A)

13—2　(C)

13—3　(D)

13—4　(A),(C)

13—5　(D)

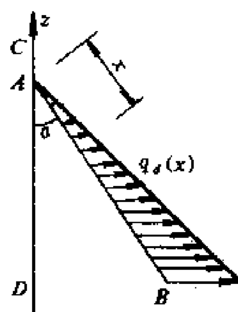
13—6　(A)

13—7　(A),(C),$\frac{1}{l}\sqrt{\frac{2g[\sigma]}{\gamma}}$,$\frac{2[\sigma]l}{3E}$

13—8　(D),$\frac{(1+R\omega^2/g)\gamma Al^2}{8W}$

13—9　(1) $q_d(x)=\frac{\gamma A}{g}(x\sin\alpha)\omega^2$,方向为水平向右。

(2)



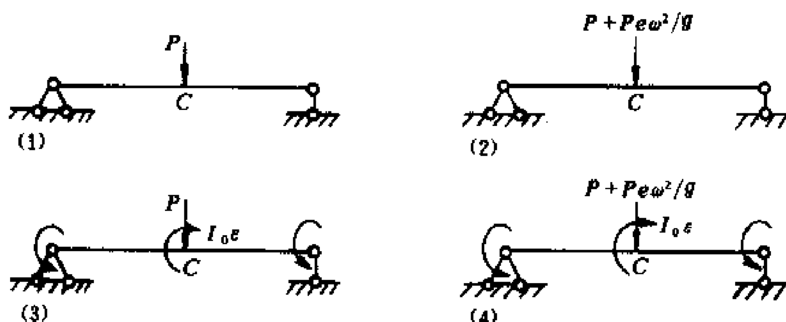
(3) A 截面处,$M_{\max}=\int_0^l q_d(x)x\cos\alpha dx=\frac{\gamma Al^3}{3g}\omega^2\sin\alpha\cos\alpha$,弯矩方程 $M(x)=\frac{\gamma A\omega^2}{6g}\sin\alpha\cos\alpha(2l^3-3l^2x+x^3)$,弯矩图为(D);

A 截面处,$N_{\max}=\int_0^l q_d(x)\sin\alpha dx=\frac{\gamma A}{2g}l^2\omega^2\sin^2\alpha$。

13—10　(C),$\frac{\gamma\omega^2D^2}{4g}$

13—11　提示:考虑与圆孔对称位置的材料在旋转过程中产生的惯性力。(B)、$\frac{4\gamma d_1^2a^2\omega^2t}{gd^3}$

13—12



13—13　(D)

13—14　(C)

13—15　(D),(A), 2, (B)

13—16　(C)

13—17 提示:以冲击物的动能、势能的和等于梁的应变能进行推导。(D)

13—18 (D),(A)　　13—19 (1) (A), (2) (C)

13—20 (D)

13—21 提示:冲击物的动能等于杆件的应变能。$K_d=\sqrt{\dfrac{v^2}{g\Delta_{st}}}$

13—22 (C)

13—23 动能和势能,$\dfrac{1}{2}\dfrac{Q}{g}v^2+Q\left(\dfrac{l}{2}+\Delta_d\right)$;应变能,$\dfrac{Q\Delta_d^2}{2\Delta_j}$;$K_d=1+\sqrt{1+\dfrac{v^2+gl}{g\Delta_{st}}}=1+\sqrt{1+\dfrac{48EI(v^2+gl)}{gQl^3}}$

13—24 (C),$K_d=\sqrt{\dfrac{3v^2EI}{gQl^3}}$,$\Delta_{st}=\dfrac{Ql^3}{2EI}$,$\Delta_d=K_d\Delta_{st}=\sqrt{\dfrac{3v^2Ql^3}{4gEI}}$。

13—25 (C),(D),$\dfrac{\pi^2nd^2}{240}\sqrt{\dfrac{2I_0G}{\pi l}}$

13—26 (1) $E_d=\dfrac{Pv^2}{2g}$,$V=P(\Delta_d-\Delta_{st})$,$U'=\dfrac{1}{2}P\Delta_{st}$,$U_1=E_d+V+U'=\dfrac{Pv^2}{2g}+P(\Delta_d-\Delta_{st})+\dfrac{1}{2}P\Delta_{st}$;(2) ($A$);(3) $1+\sqrt{\dfrac{v^2}{g\Delta_{st}}}$

第十四章　交变应力

14—1 (D)　　14—2 (D)

14—3 (1) 构件最大工作应力达一定值,但远低于材料静载荷下的强度极限 σ_b,甚至屈服极限 σ_s;(2) 经过一定的循环次数后,突然脆性断裂;(3) 塑性较好的材料,断裂前也无明显塑性变形。

14—4 裂纹的形成,裂纹的扩展,瞬时脆性断裂。

14—5 (B)　　14—6 $-1,0,1$

14—7 $\dfrac{1}{2}$,60MPa,20MPa

14—8 $\sigma_m=25\text{MPa}$,$\sigma_a=35\text{MPa}$,$r=-1/6$

14—9 $r=1$,$r=1/4$　　14—10 (D)

14—11 (A)　　14—12 (B)

14—13 (D)　　14—13 增大,减小,增大

附录Ⅰ　截面的几何性质

Ⅰ—1 形心　　Ⅰ—2 (A),(C)

Ⅰ—3 (A)　　Ⅰ—4 (B),(C)

Ⅰ—5 (B)　　Ⅰ—6 (C)

Ⅰ—7 $\dfrac{1}{30}d=0.033d$　　Ⅰ—8 (B)

Ⅰ—9 (C)　　Ⅰ—10 (B)

Ⅰ—11 $I_y=I_z=\frac{\pi d^4}{128}$、$I_{yz}=0$

Ⅰ—12 (A),(B)、(C)正确的应分别是 $I_y=\int_A z^2\mathrm{d}A=\frac{a^4}{3}$, $I_p=\int_A \rho^2\mathrm{d}A=\frac{2a^4}{3}$

Ⅰ—13 (C)　　Ⅰ—14 (B)

Ⅰ—15 (B)　　Ⅰ—16 (D)

Ⅰ—17 提示:利用对称性进行分析。$I_y=I_z=\frac{2}{3}a^4$, $I_{yz}=0$

Ⅰ—18 $I_y=I_z=\frac{h^4}{24}$、$I_{yz}=0$

Ⅰ—19 z_C　　Ⅰ—20 (C)

Ⅰ—21 $I_y=\frac{hb^3}{3}$, $I_z=\frac{bh^3}{3}$, $I_{yz}=\frac{1}{4}b^2h^2$, $I_p=\frac{bh}{3}(b^2+h^2)$

Ⅰ—22 $\left(\frac{\pi d^4}{128}-\frac{d^4}{18\pi}\right)+\frac{\pi d^2}{8}\left(\frac{d}{2}-\frac{2d}{3\pi}\right)^2$

Ⅰ—23 $I_y=I_z=\frac{1}{4}\times\frac{\pi d^4}{64}+\frac{\frac{d}{2}\times\left(\frac{d}{2}\right)^3}{12}=\frac{\pi d^4}{256}+\frac{d^4}{192}$

Ⅰ—24 $I_y=I_z=\frac{5\sqrt{3}}{16}a^4$

Ⅰ—25 $I_y=\frac{16a^4}{12}-2\times\left[\left(\frac{\pi a^4}{128}-\frac{a^4}{18\pi}\right)+\left(a-\frac{2a}{3\pi}\right)^2\frac{\pi a^2}{8}\right]$, $I_z=\frac{16a^4}{12}-\frac{\pi a^4}{64}$

Ⅰ—26 $\left(\frac{2}{21}a\right)^2\times 8a^2$, $\left(\frac{16}{21}a\right)^2a^2$

Ⅰ—27 (C)

Ⅰ—28 (A)

Ⅰ—29 提示:$I_p=I_y+I_z$　$I_p=\frac{\pi R^4}{8}$。　$0.038R^4$

Ⅰ—30 提示:y、z 轴分别为△BOC 和△AOB 的对称轴。$I_{yz}=0$, $I_{y_Cz_C}=-\frac{b^2h^2}{72}$

Ⅰ—31 (B)　　Ⅰ—32 I_{yz}

Ⅰ—33 (B)　　Ⅰ—34 (A)和(C),(A)

Ⅰ—35 $I_{yz}=0$, $I_{yz\,\mathrm{I}}+I_{yz\,\mathrm{II}}=0$,主轴

Ⅰ—36 $I_y=I_z=\frac{a^4}{24}$, $I_{yz}=0$, $I_{y_1}=I_{z_1}=\frac{a^4}{24}$, $I_{y_1z_1}=0$

Ⅰ—37 (A)

Ⅰ—38 $I_{p_C}=I_y+I_z$, $I_{p_a}=I_{y_1}+I_{z_1}$, $I_{y_1}=I_y+(-z)^2A$, $I_{z_1}=I_z+(-y)^2A$, $y^2+z^2=\frac{I_{p_C}}{A}$

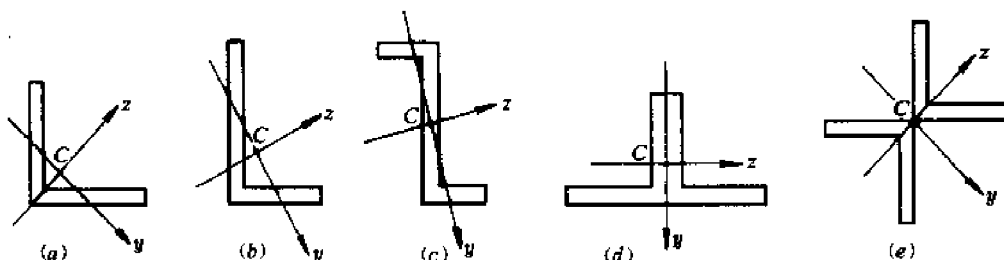
Ⅰ—39 (1) $I_y=I_z=\frac{2}{3}a^4+\frac{b^4}{6}$, $I_{yz}=0$　(2) $I_{y_1}=I_{z_1}=\frac{2}{3}a^4+\frac{1}{6}b^4$, $I_{y_1z_1}=0$

Ⅰ—40 $\frac{a^4}{12}$, $0.17\sqrt{2}a$, $0.67\sqrt{2}a$

Ⅰ—41 (1) $I_y=\frac{1}{3}hb^3$, $I_z=\frac{bh^3}{12}$, $I_{yz}=0$　(2) $I_{y_1z_1}=\frac{I_y-I_z}{2}\sin2\alpha+I_{yz}\cos2\alpha=\frac{(4b^2-h^2)bh}{24}\sin2\alpha$

(3) $h/b=2$

Ⅰ—42



(a)、(b)、(c)图的 y 轴,(d)、(e)图的 z 轴对应着最小惯性矩。

Ⅰ—43 $(a) z_2$ 轴,y_2 轴 $(b) z_3$ 轴,y_3 轴

Ⅰ—44 (D)

Ⅰ—45 (C)

Ⅰ—46 $0,0,\dfrac{I_y-I_z}{2}\sin2\alpha+I_{yz}\cos2\alpha,\dfrac{I_y+I_z}{2}+\dfrac{I_y-I_z}{2}\cos2\alpha-I_{yz}\sin2\alpha$

Ⅰ—47 $I_z=\dfrac{bh^3}{12}-\dfrac{a^4}{12}$

Ⅰ—48 (A)

Ⅰ—49 $I_{z}=\dfrac{\pi d^4}{64}-\dfrac{a^4}{12},I_z=\dfrac{5\pi d^4}{64}-\dfrac{a^2b^2}{4}-\dfrac{a^4}{12}$

Ⅰ—50 $I_y=\dfrac{5a^4}{64}+\left(\dfrac{\sqrt{2}}{2}a\right)^2\left(a^2-\dfrac{1}{4}a^2\right)=\dfrac{29a^4}{64},I_z=\dfrac{a^4}{12}-\dfrac{(a/2)^4}{12}=\dfrac{5a^4}{64}$

Ⅰ—51 $I_y=I_z=\dfrac{a^4}{12}-\dfrac{\sqrt{3}a^4}{96},I_{yz}=0$

主 要 参 考 文 献

1 李庆华．材料力学．成都:西南交通大学出版社,1994

2 孙训方等．材料力学．北京:高等教育出版社,1994

3 刘鸿文．材料力学．北京:高等教育出版社,1992

4 S·铁摩辛柯著,胡人礼译．材料力学．北京:科学出版社,1978

5 冯广占．材料力学答疑．北京:高等教育出版社,1988

6 В·И·费奥多谢夫著,蒋维城等译．材料力学．北京:高等教育出版社,1985

7 老亮等．材料力学思考题集．北京:高等教育出版社,1990

8 E·P·波波夫著,马世谋译．材料力学．西安:陕西科学技术出版社,1986

9 渥美光等著,张少如译．材料力学．北京:人民教育出版社,1981

10 范钦珊．材料力学(工程力学习题指导,中册)．北京:中国建筑工业出版社,1981

11 张行．材料力学分析方法．北京:国防工业出版社,1988

12 奚绍中．材料力学精讲．成都:西南交通大学出版社,1983